

ΓΙΩΡΓΟΣ ΓΡΑΜΜΑΤΙΚΑΚΗΣ

Η Κόμη της Βερενίκης



Ο ΓΙΩΡΓΟΣ ΓΡΑΜΜΑΤΙΚΑΚΗΣ είναι Καθηγητής στο Πανεπιστήμιο της Κρήτης. Γεννήθηκε το 1939 στο Ηράκλειο, όπου και έζησε τα γυμνασιακά του χρόνια, ενώ στη συνέχεια σπούδασε Φυσική στο Πανεπιστήμιο Αθηνών. Έκανε μεταπτυχιακές σπουδές και έρευνα στο Imperial College του Πανεπιστημίου του Λονδίνου, από όπου έλαβε το διδακτορικό του δίπλωμα το 1973, ενώ κατά διαστήματα συνεργάσθηκε με πολλά ευρωπαϊκά εργαστήρια. Μετά την επιστροφή του από την Αγγλία εργάσθηκε στον «Δημόκριτο», και αργότερα στο Ευρωπαϊκό Κέντρο Πυρηνικών Ερευνών της Γενεύης. Από το 1978, και όντας ακόμα ερευνητής στον «Δημόκριτο», άρχισε να διδάσκει και να συμμετέχει στην οργάνωση του Πανεπιστημίου Κρήτης, όπου και εξελέγη Καθηγητής του Φυσικού Τμήματος το 1982. Η επιστημονική του έρευνα έχει περιστραφεί γύρω από τη δομή της ύλης και τα στοιχειώδη συστατικά της, ενώ σήμερα συμμετέχει σε ένα διεθνές πείραμα στη θάλασσα της Πύλου για τον εντοπισμό των σωματίων νετρίνο που

Γιώργος Γραμματικάκης

Η ΚΟΜΗ ΤΗΣ ΒΕΡΕΝΙΚΗΣ

Δέκατη έβδομη έκδοση

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΕΣ ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΚΡΗΤΗΣ
Ιδρυτική δωρεά Παγκρητικής Ενώσεως Αμερικής
ΗΡΑΚΛΕΙΟ 1999

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΕΣ ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΚΡΗΤΗΣ
ΙΔΡΥΜΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΊΑΣ ΚΑΙ ΕΡΕΥΝΑΣ
Ηράκλειο Κρήτης: Τ.Θ. 1527, 711 10, Τηλ. (081) 394235, Fax: 394236
Αθήνα: Μάνης 5,106 81, Τηλ. (01) 3818372, Fax: 3301583
e-mail: pek@physics.uch.gr
URL: http://www.pek.uch.gr

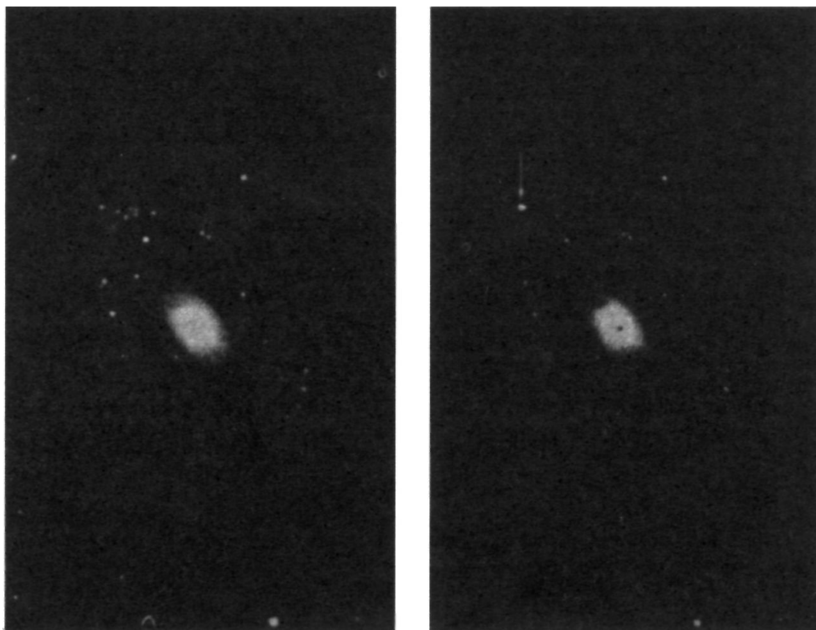
ISBN 960-7309-24-3

Εκτύπωση: ΛΥΧΝΟΣ

Το εξώφυλλο είναι έργο του Μανόλη Τζομπανάκη
Σχεδίαση εξωφύλλου: Δημήτρης Τζάνης

Στη Μαρία και τον Οδυσσέα
Στα άλλα παιδιά

Περιεχόμενα



Η «Κόμη της Βερενίκης» είναι μια μικρή ομάδα αστεριών, με ασθενική ως επί το πλείστον φωτεινότητα, που περικλείεται από τους αστερισμούς του Λέοντος, του Βοώτη και της Μεγάλης Αρκτου. Για τους παρατηρητές του Βορείου Ημισφαιρίου, η «Κόμη της Βερενίκης» μεσουρανεί τον Μάιο. Έτσι, κατά τις καθαρές νύχτες της Ανοίξεως, ακόμη και με γυμνό μάτι είναι δυνατόν να διακρίνει κανείς καμιά δεκάδα από τα αστέρια της. Παρ' όλο που επίσημα καταγράφηκε ως αστερισμός από τον σπουδαίο Δανό αστρονόμο Tycho Brahe τον 17ο αιώνα, η «Κόμη της Βερενίκης» συνοδεύεται από έναν παλαιότατο μύθο. Η βασίλισσα Βερενίκη ήταν σύζυγος του βασιλιά της Αιγύπτου Πτολεμαίου Γ' του Ευεργέτη και ορκίσθηκε να θυσιάσει τα ωραία μαλλιά της αν εκείνος γύριζε νικητής από μια εκστρατεία στη Συρία. Επειδή αυτό έγινε πράγματι, η πλεξούδα της Βερενίκης τοποθετήθηκε στον ναό, απ' όπου η θεά Αφροδίτη τη μετέφερε στους ουρανούς με ένα φτερωτό άλογο-άνεμο. Ο Κόνων, αστρονόμος της αυλής αλλά και διπλωμάτης, υπέδειξε τη νέα αστρική παρουσία στον, έξαλλο για την απώλεια της κόμης, σύζυγο της Βερενίκης. Ας σημειωθεί ότι η Βερενίκη είχε ήδη βάλει να δολοφονήσουν τον νεαρό εραστή της μητέρας της, που εκείνη της προόριζε για σύζυγο.

Με τα σύγχρονα τηλεσκόπια, στο πεδίο που ορίζεται από τον αστερισμό της «Κόμης της Βερενίκης» έχουν ανιχνευτεί χιλιάδες γαλαξίες που απέχουν από μας εκατοντάδες εκατομμύρια έτη φωτός. Πλησιέστερα, σχετικά, ευρίσκεται ο σπειροειδής γαλαξίας Μ67, που, εξαιτίας μιας μεγάλης περιοχής από σκοτεινή σκόνη, ονομάζεται και «μαύρος οφθαλμός».

Στην «Κόμη της Βερενίκης» έχουν παρατηρηθεί αρκετές εκρήξεις υπερκαινοφανών. Μια πρόσφατη παρόμοια έκρηξη παρατηρήθηκε το 1940 στον γαλαξία NGC 4725. Η πρώτη φωτογραφία δείχνει τον γαλαξία πριν από την έκρηξη, ενώ το βέλος στη δεύτερη φωτογραφία υποδεικνύει τον υπερκαινοφανή, όταν ήδη είχε αρχίσει να μειώνεται η λαμπρότητά του.

Πρόλογος

ΘΑ ΦΑΝΕΙ ΑΣΦΑΛΩΣ ΠΕΡΙΕΡΓΟ το ότι «Η Κόμη της Βερενίκης» του φίλου Γιώργου Γραμματικάκη προλογίζεται από έναν φιλόλογο και αρχαιολόγο. Το τόλμημα ίσως θα μου συγχωρηθεί από λίγους παλιούς συμμαθητές που θυμούνται ακόμη ότι στις πρώτες τάξεις του Γυμνασίου ήθελα να γίνω ...«αστρονόμος και χημικός» και ότι είχα σπάσει αρκετούς φακούς του βιβλιοπωλείου του παππού μου προσπαθώντας μάταια να φτιάσω ένα τηλεσκόπιο! Κοίταζα από την ταράτσα του σπιτιού μας τον Πήγασο και την Κασσιόπη (αυτό ήταν ακόμη τότε δυνατόν) και διάβαζα το «Σύμπαν» του Ραπτάρχη.

Υπάρχει όμως και μια άλλη σοβαρότερη πλευρά αυτής της ασυνήθιστης ανάμιξης διαφορετικών επιστημών. Έχει αρχίσει να γίνεται νοητό ότι πρέπει να οδηγηθούμε προς μια περισσότερο ενιαία αντίληψη της επιστήμης, προς μια νέα σύνθεση των κλάδων της. Ο Γιώργος Γραμματικάκης ανήκει στους επιστήμονες που πιστεύουν στη δυνατότητα αυτή και που ήδη την πραγματοποιούν συνδυάζοντας την πλήρη κατοχή μιας ειδικότητας με ευρύτατη παιδεία, πλούτο ενδιαφερόντων και βαθύ φιλοσοφικό προβληματισμό. Πιστεύει, όπως και εγώ, στην ανάγκη ενός νέου «ανθρωπισμού», που θα βλέπει το θαυμαστό φαινόμενο του κόσμου και της ζωής σαν κάτι ουσιωδώς ενιαίο. Άκουσα από το στόμα του ότι ο Αϊνστάιν έλεγε πως είχε επηρεασθεί κυρίως από τον... Ντοστογιέφσκι! Ακόμη, όροι που αναφέρονται στη δομή της ύλης προέρχονται από ένα μυθιστόρημα του J. Joyce! Η αναδημιουργία του «homo universalis», του «γενικού ανθρώπου», όπως τον ήξερε η Αναγέννηση, είναι ο μόνος τρόπος να σωθεί ο ανθρώπινος πολιτισμός και η Γη από τον μύθο της τεχνολο-

γικής «προόδου» και της απεριόριστης «αναπτύξεως». Υπάρχουν παρήγορες ενδείξεις ότι η αντίστροφη μέτρηση για τον μύθο αυτόν έχει αρχίσει. Ο άνθρωπος θα αποκτήσει και πάλι συνείδηση του κοσμικού χώρου, της θέσης του μέσα σ' αυτόν και της απροσμέτρητης αξίας και σημασίας της μοναδικής και ανεπανάληπτης ζωής του. Ως εισαγωγή στην τριπλή και αδιάσπαστη αυτή μύηση, δεν μπορώ να φανταστώ κάτι πιο καίριο από το παρόν σύγγραμμα του Γιώργου Γραμματικάκη.

Με σαφήνεια, με γλαφυρό λόγο (γιατί είναι άριστος δάσκαλος και ομιλητής), και με συχνή αναγωγή στην ποίηση (από τους φιλοσοφικούς στίχους του συμπατριώτη μας Επιμενίδη ώς τον Καβάφη), αφηγείται ο Γραμματικάκης, στις σελίδες που ακολουθούν, τη συναρπαστική περιπέτεια της δημιουργίας, από τη «μεγάλη έκρηξη» και τη συνεχιζόμενη έκτοτε «διαστολή των γαλαξιών», ώς τον σχηματισμό του ηλιακού συστήματος, που ασφαλώς δεν είναι το μόνο - υπάρχουν και άλλα μέσα στον απέραντο χώρο. Υπερβαίνοντας τον χρόνο, φτάνει τελικά ο συγγραφέας στο απώτατο μέλλον, στο «τέλος του αιώνος», όταν, με την εξόγκωση του Ήλιου σε «ερυθρό γίγαντα», θα απορροφηθεί μέσα του ολόκληρο το σύστημα των πλανητών. Είναι η «εκπύρωσις», που συνέλαβε ήδη η αρχαία ελληνική φιλοσοφία, το τέλος του κόσμου μας μέσα στη φωτιά: «solvet saeclum in favilla», «θα διαλυθεί ο αιών μέσα στις σπίθες», όπως λέει ένα παλιό αποκαλυπτικό ποίημα. Χαρακτηριστικά προσθέτει εδώ ο Γραμματικάκης, περιγράφοντας «τους ωκεανούς που μεταβάλλονται σε αέρα», ότι το τέλος της Γης θα συμβεί «αν η ανθρώπινη μωρία την αφήσει ώς τότε ανέπαφη»! Ύστερα ο Ήλιος θα ξαναμικράνει, θα γίνει «λευκός νάνος», πλησιάζοντας έτσι στο τέλος του, γιατί και τα άστρα πεθαίνουν, και υπάρχουν διάφοροι «θάνατοι αστεριών». Ένας από τους θανάτους αυτούς είναι η έκρηξη, που δημιουργεί τους «υπερκαινοφανείς». Πολλές παρόμοιες εκρήξεις παρατηρήθηκαν στην περίφημη «Κόμη της Βερενίκης», που έδωσε το όνομα της στο βιβλίο!

Διαβάζοντας στο χειρόγραφο του Γιώργου τα κεφάλαια αυτά, ένιωθα με ίλιγγο, όπως σε κάποιες μέρες του πολέμου, να φεύγει κάτω από τα πόδια μου το έδαφος και έβλεπα στο βάθος να σφύζουν τα άστρα! Άλλες φορές σκεπτόμουν, διακόπτοντας το διάβασμα, πόσο θα χαίρονταν ο αστρονόμος των Πτολεμαίων στην Αλεξάνδρεια, ο Κόνων, και ο φίλος του ο ποιητής Καλλίμαχος, αν μπορούσαν να φανταστούν ότι με τον αστερισμό που ανακάλυψαν και ύμνησαν θα

γίνονταν, ύστερα από αιώνες, οι ανάδοχοι του βιβλίου ενός μακρινού απογόνου και συναδέλφου των. Και λέω συναδέλφου (και για τους δύο), γιατί ο Γραμματικάκης δεν είναι μόνο φυσικός· είναι και ποιητής!

Τα τελευταία κεφάλαια του βιβλίου περνούν σε μια συναρπαστική εξιστόρηση της εμφανίσεως της ζωής και έπειτα του ανθρώπου πάνω στη Γη, καθώς και στον φιλοσοφικό προβληματισμό γύρω από το σκοπό και το νόημα της εμφανίσεως αυτής.

Είχε ήδη λεχθεί από την αρχή ότι η δημιουργία του κόσμου (που δεν είναι «άναρχος», όπως πιστευόταν άλλοτε), ήταν επίσης δημιουργία του χώρου και χρόνου (δεν υπήρχαν αυτά προ της «μεγάλης εκρήξεως»). Επαληθεύεται έτσι η ρήση του μεγάλου Χριστιανού φιλοσόφου, του Ιερού Αυγουστίνου: «non in tempore sed cum tempore finxit Deus mundum». «Ο Θεός εδημιούργησε τον κόσμο όχι εν χρόνω, αλλά μαζί με τον χρόνο»! Ποιος όμως ο σκοπός όλης αυτής της μεγαλειώδους διαδικασίας;

Ο Γραμματικάκης αναφέρεται, στο σημείο αυτό, στη λεγόμενη «ανθρωπική αρχή». Ο άνθρωπος ήταν απαραίτητος για την παρατήρηση του σύμπαντος. Διά του ανθρώπου η φύσις συνειδητοποιεί την ύπαρξή της και από τη στιγμή αυτή υπάρχει πράγματι. Ανάλογα με τον άνθρωπο «νοήμονα όντα» πρέπει, κατά τον συγγραφέα του βιβλίου, να υπάρχουν και άλλα μέσα στο Σύμπαν. Αναρίθμητες ίσως φορές μέσα στον απέραντο χώρο και χρόνο έγιναν αναρίθμητα σύμπαντα, μόνο για να υπάρξουν «νοήμονα όντα» ικανά να παρατηρήσουν. Ξαναπαίρνει έτσι ο άνθρωπος τη θέση που του αξίζει μέσα στη δημιουργία και η ανθρώπινη νόηση γίνεται σκοπός του «μεγάλου προγραμματιστή», του Θεού. Η υλική μικρότητα της Γης και του ανθρώπου δεν μειώνει καθόλου τη σημασία τους. Η αιωνιότητα και το άπειρο «χωρούν μέσα στη φούχτα μας», όπως έλεγε ένας παλιός, λησμονημένος σήμερα Ηρακλειώτης, ο μουσικός και ερασιτέχνης αστρονόμος Κώστας Ι. Σφακιανάκης. Δεν είναι τα χιλιόμετρά μας, ούτε τα ανύπαρκτα για το σύμπαν χρόνια μας, αυτά που μετρούν τη σημασία της δημιουργίας. Ακόμη και όταν ένας κόσμος καταστρέφεται, λέει ο Γραμματικάκης, αυτό δεν σημαίνει τίποτε μέσα στο σύνολο της μεγαλειώδους προσπάθειας για οργάνωση της ύλης-ενέργειας και για νόηση. Αντιστρέφεται έτσι το «Deus sive Natura» του Spinosa, γίνεται «Natura sive Deus», «Φύσις ή μάλλον Θεός»!

Αυτή η «Θεία Φύσις», η «θεά Γαία», όπως χαρακτηριστικά την αποκαλεί ο Γραμματικάκης, πρέπει να προστατευθεί από τους εφιαλ-

τικούς κινδύνους που την απειλούν σήμερα: πυρηνικά, υπερπληθυσμός, ενεργειακή σπατάλη, μόλυνση, καταστροφή της γεωργικής γης, του βουνού και του δάσους. Είναι το πολυκέφαλο θηρίο που παρουσιάζεται στις απλοϊκές, αφιλοσόφητες και «κυνικά ιδιοτελείς» μάζες με το απατηλό προσωπείο της Προόδου. Ο κίνδυνος αυτός, που απειλεί να εξαφανίσει τη Γη και τον άνθρωπο πολύ πριν από το φυσιολογικό τέλος του ηλιακού μας συστήματος, αναπτύσσεται αριστοτεχνικά και τεκμηριωμένα στο 7ο και τελευταίο κεφάλαιο του βιβλίου.

Τελειώνοντας το διάβασμα, θυμόμουν κάποια πρωινά και απογεύματα που συζητούσαμε ώρες με τον Γιώργο Γραμματικάκη καθισμένοι στο κατ' εξοχήν «κέντρο» του Ηρακλείου —το άλλοτε «Ρεγκινάκη», τα σημερινά «Αχτάρικα»— και στο σπίτι του: από εκεί, πλάι στην Εύα, τη Μαρία, τον Οδυσσέα, κοιτάζαμε τον Στρουμπουλά, το Μπουρούνι της Ρογδιάς και τη θάλασσα της Κρήτης. Ήταν για μένα ένας μικρόκοσμος καλοσύνης και Γνώσης, ένας μικρός αλλά χωρίς πέρατα Παράδεισος, μια μικρή αιωνιότητα, μέσα σε μια παράλογη και επικίνδυνη εποχή.

ΣΤΥΛΙΑΝΟΣ ΑΛΕΞΙΟΥ

Υπό τύπον προλόγου

Από τη σειρά των ανεξήγητων φαινομένων τα οποία αποτελούν το Σύμπαν, ή τον χρόνο, έτσι και η δημιουργία ενός βιβλίου δεν είναι λιγότερο μυστηριώδης. Όπως και όλες οι πράξεις του Σύμπαντος, είναι μια πράξη μαγική. Θα μπορούσε να πει κανείς ότι είναι ο πιο συναισθηματικός τρόπος για να προφέρεις ένα όνομα. Τώρα προφέρω εγώ το όνομά της: Maria Kodama· τόσα πρωινά, τόσες θάλασσες, τόσοι κήποι της ανατολής και της δύσης.

Χ. Μπόρχες «Οι αριθμοί»

ΟΙ ΛΟΓΟΙ ΓΙΑ ΤΟΥΣ ΟΠΟΙΟΥΣ ΓΡΑΦΕΤΑΙ ΕΝΑ ΒΙΒΛΙΟ είναι πολλοί και κάποτε δυσδιάκριτοι. Στην ουσία του, ωστόσο, ένα βιβλίο αποτελεί πάντοτε μια προσπάθεια επικοινωνίας. Αν την επικοινωνία αυτή ο συγγραφέας την επιδιώκει με τον αναγνώστη ή τον εαυτό του, δεν έχει ίσως ιδιαίτερη σημασία. Εκείνο που έχει σημασία είναι όταν η επικοινωνία αφήνει κάποια ίχνη εσωτερικά: Στον συγγραφέα ή τον αναγνώστη. Δεν είναι σπάνιες οι φορές που τα ίχνη αυτά μένουν ανεξάλειπτα και στον συγγραφέα και στον αναγνώστη του.

Ας σημειωθεί πάντως από την αρχή ότι ο αναγνώστης, ο υποθετικός αναγνώστης του παρόντος βιβλίου, δεν είναι ανάγκη να έχει ιδιαίτερη παιδεία. Αρκεί να έχει ενδιαφέρον και την ανάλογη ευαισθησία για τη γνωριμία του κόσμου και της εξελίξεώς του. Οι σελίδες που ακολουθούν δεν επιθυμούν συνεπώς να τον διδάξουν αυτό που επιδιώκουν είναι ν' ανοίξουν κάποιες χαραμάδες, που τη γνωριμία αυτή ίσως την κάμουν ευκολότερη.

Προσπάθεια του συγγραφέα υπήρξε, λοιπόν, οι γνώσεις ή οι επιστημονικές πληροφορίες που υπάρχουν στο βιβλίο

να εκφράζουν το καίριο και να μην προϋποθέτουν πολλά για την κατανόηση τους. «Δεν θέλω τίποτε άλλο παρά να μιλήσω απλά, να μου δοθεί ετούτη η χάρη», λέει κάπου ο Σεφέρης. Ο απλός λόγος ωστόσο, όταν έχει να κάνει κανείς με τα όσα η επιστήμη πρεσβεύει για τα σπουδαία του Σύμπαντος και της ζωής, είναι ιδιαίτερα δύσκολος. Διότι στην απλότητα δεν πρέπει να θυσιάζεται η ακρίβεια και το αδογμάτιστο, που χαρακτηρίζουν τον επιστημονικό λόγο. Το παρόν βιβλίο άλλωστε, πέρα από την πληροφόρηση, επιδιώκει κάτι σημαντικότερο: Τον προβληματισμό του αναγνώστη περί τον κόσμο και τα μυστικά του. Αν, μετά την ανάγνωση των σελίδων του, λύθηκαν κάποια ερωτήματα του υποθετικού αυτού αναγνώστη, αλλά προέκυψαν ίσως άλλα βασανιστικότερα, η «Κόμη της Βερενίκης» έχει πετύχει ένα μέρος από τον σκοπό της. Αντίθετα από την κοινή ίσως πεποίθηση, ο δάσκαλος —και ο συγγραφέας του βιβλίου δεν παύει να είναι δάσκαλος— δεν πρέπει τόσο να προσφέρει γνώσεις· χρειάζεται απλώς να ενθαρρύνει την αναζήτηση και την προσωπική στάση όσων η τύχη έφερε να τον ακούουν.

Ένα βιβλίο, ασφαλώς, γράφεται μέσα μας επί πολλά χρόνια. Η γραφή του όμως στο χαρτί ενθαρρύνεται συνήθως από κάποιες αφορμές, ή από το ωρίμασμα του χρόνου. Έτσι, κατά τη διάρκεια της πανεπιστημιακής του ζωής, ζητήθηκε συχνά από τον υπογράφοντα να δώσει διαλέξεις γι' αυτό που λέγεται ευρύτερο κοινό στην Αθήνα και σε μεγάλες ή μικρότερες πόλεις της Κρήτης. «Ο φίλος μας σηκώθηκε, χαιρέτησε και άρχισε να μιλά», έγραψε για μια παρόμοια διάλεξη η Ρέα Γαλανάκη. «Όμως, ενώ επρόκειτο να μιλήσει για μαθηματικά, φαίνεται πως δεν άντεξε την πρόκληση κι άρχισε να κάνει τον ταχυδακτυλουργό και τον μάγο, τραβώντας μέσα από το μανίκι του μια μαύρη τρύπα κι έναν άσπρο νάνο, ή βλέποντας μέσα σ' ένα κοινό ποτήρι νερό, σαν μέσα από κρυσταλλένια σφαίρα, ένα κίτρινο δαχτυλίδι να περιβάλλει το πορτοκαλί του χρόνου...».

Για όποιον, όπως ο συγγραφέας του βιβλίου, δεν κατέχει καλά τα μαγικά, το πορτοκαλί του χρόνου, έτσι καθώς χάνεται σιωπηλά, δεν έπαυσε ποτέ ν' αποτελεί πηγή αγω-

νιας. Οι διαλέξεις, ωστόσο, εκείνες ήσαν πράγματι μια πρόκληση. Ανάμεσα σε άλλα, έθεταν στην ουσία του το πρόβλημα της διαδόσεως της επιστημονικής γνώσεως, αυτή καθ' εαυτήν την αξία της. Αν κάτι ωστόσο ενδιαφέρει εδώ, ήταν ένας κοινός τους άξονας: Ότι οι άνθρωποι συμμετείχαν, άλλοτε με τρόπο βουβό κι άλλοτε εκφράζοντας ανοιχτά τις εσωτερικές τους διαθέσεις. Την καχυποψία ή τον θαυμασμό, την εμπιστοσύνη ή την αποστροφή τους προς τον επιστημονικό λόγο. Δεν ήταν σπάνιες οι φορές που μια ατμόσφαιρα μυσταγωγίας κυριαρχούσε. Αφού, ακριβώς όπως η ποίηση ή η τέχνη, η επιστήμη —όχι οι ξηρές της γνώσεις, αλλά το βάθος της— είναι σε θέση να ανυψώσει τον άνθρωπο από τα μικρά και καθημερινά. Στην αναζήτηση ή την προσέγγιση του Άλλου.

Ο ίδιος κοινός άξονας έγινε πάλι φανερός όταν, για το Σύμπαν και την εξέλιξή του ο υπογράφων έκανε μια σειρά εκπομπών στον Ραδιοφωνικό Σταθμό Ηρακλείου. Παρ' όλο που η Ελλάδα η σημερινή αναλίσκεται σε άλλα —ή ίσως και γι' αυτό— φαίνεται ότι οι εκπομπές ακούστηκαν από πολύ κόσμο. Δεν ήσαν μόνο διανοούμενοι ή σπουδαστές οι ακροατές· κάποτε ήσαν άνθρωποι απλοί, αλλά με πολλή μόρφωση. Ο ράφτης της οδού Ευγενικού, για παράδειγμα, εκνευριζόταν όταν ένας πελάτης διέκοπτε την ακρόαση των εκπομπών όπως αποδείχτηκε, ο ίδιος εγνώριζε τον κόσμο του Σύμπαντος, το ίδιο καλά με εκείνον των υφασμάτων του. Ο δε γνωστός «φιλόσοφος» των Αρχανών —αυθεντικός απόγονος των αρχαίων σοφιστών— έκανε στον υπογράφοντα ένα αμφιλεγόμενο σχόλιο: Ότι δεν καταλάβαινε απολύτως τίποτα από το περιεχόμενο των εκπομπών, αλλά ότι αισθανόταν μεγάλη την ανάγκη να τις ακούει. Οίκτιρε δε, επειδή φανταζόταν την πνευματική τους εξάρτηση, εκείνους που ήταν σε θέση και να καταλάβουν το περιεχόμενο.

Με βάση λοιπόν τις διαλέξεις αυτές και τις εκπομπές, γράφηκε μια πρώτη μορφή της «Κόμης της Βερενίκης». Η πρώτη αυτή μορφή αφορούσε στη δημιουργία και την εξέλιξη του Σύμπαντος· και, παρά τις προσδοκίες, παρέμεινε για πολύ καιρό στα συρτάρια. Τούτο αποδιδόταν στην τελειοθηρία του συγγραφέα και στις εγγενείς δυσκολίες ενός

παρόμοιου εγχειρήματος. Όπως όμως έγινε αντιληπτό με τον καιρό, υπήρχε κι ένας άλλος λόγος, σημαντικότερος ίσως. Είναι σχεδόν βέβαιο ότι το Σύμπαν—η Γη, οι γαλαξίες και τα νεφελώματα, τα δημιουργήματα της ζωής—υπάρχει από καιρό και ίσως θα υπάρχει για πάντα. Αλλά αν ο παρατηρητής, δηλαδή ο άνθρωπος, παύσει να υπάρχει, η γένεση ή η εξέλιξη του Σύμπαντος δεν αφορά περίπου κανέναν ή, ακριβέστερα, δεν θα περιγράφεται μήτε θα θαυμάζεται από κανέναν. Θα πρόκειται για την ακραία, την ολική μοναξιά. Η πρώτη μορφή του βιβλίου χρειάστηκε λοιπόν να αναθεωρηθεί, για να περιλάβει τα σχετικά με την εξέλιξη της ζωής και τους κινδύνους που απειλούν τον πλανήτη που την φιλοξενεί. Έτσι απέκτησε μια κατ' οικονομία ανθρωποκεντρική μορφή και βρέθηκε πλησιέστερα προς τις εσωτερικές καταβολές του συγγραφέα.

Και η μορφή όμως αυτή του βιβλίου παρέμεινε επί καιρό στα συρτάρια. Και τούτο, ενώ οι αναγνώστες των χειρογράφων μιλούσαν με καλοσύνη για κείνη ή την άλλη αρετή του. Φαίνεται ωστόσο ότι, όποια αμφιβολία ενυπάρχει μέσα μας, είναι ισχυρότερη από λογικές σκέψεις. Καθώς το γράψιμο προχωρούσε, ο συγγραφέας αισθανόταν ότι μήτε η πληροφόρηση, μήτε η ποίηση που κρύβουν συχνά οι επιστημονικές αλήθειες, είναι λόγοι αρκετοί για να εκδοθεί ένα βιβλίο. Ένα βιβλίο, εκτός αν υπηρετεί έναν ειδικό σκοπό, εκφράζει πάντα ένα ρεύμα υπόγειο, μια εσωτερική αιχμή ή αιχμές του συγγραφέα. Διόλου κάποτε φανερές. «Τώρα όμως θα πω το μάθημά μου αν καταφέρω να το θυμηθώ», έγραψε ο Σάμιουελ Μπέκετ.

Ποιο είναι λοιπόν το μάθημα —αν καταφέρει να το θυμηθεί!— που επιδιώκει να πει το παρόν βιβλίο και ο συγγραφέας του; Τί προσπαθεί να εκφράσει, πέρα και πάνω από τα άλλα, η «Κόμη της Βερενίκης»; Τούτο ο συγγραφέας αισθάνεται ότι το ξέρει. Ακριβέστερα, αισθάνεται ότι το έμαθε στις πολλές ώρες που πάλευε με το βιβλίο και τις λέξεις του. Αισθάνεται ότι το ξέρει ή το έμαθε — αισθάνεται όμως επίσης ότι μήτε να το διατυπώσει μπορεί, μήτε, αν μπορούσε, τούτο θα 'ταν σωστό προς τον αναγνώστη. Κάθε είδους δημιουργία «πνευματική», από την πιο μεγά-

λη ώς την πιο ταπεινή —όπως η παρούσα— είναι, εν τέλει, προϊόν ενός εσωτερικού μονολόγου. Ο μονόλογος αυτός, ασφαλώς, επιθυμεί να καταλήξει σε διάλογο. Αν γίνεται, όμως, χωρίς να αλλοιωθεί η αιτία εκείνη που τον γέννησε, που τώρα και στο παρελθόν, αύριο ή πάντοτε, είναι μια και μόνη: Ό,τι εσωτερικά, συνήθως άρρητο, ας πούμε με πόνο, ο δημιουργός ένιωσε να κατακτά κάποιες στιγμές ή όνειρα του βίου του. Είναι γι' αυτόν τον λόγο που η ανάλυση ενός έργου του πνεύματος ή της τέχνης, χρήσιμη ίσως για μια αρχική του προσέγγιση, ουδέποτε υποκαθιστά -κάποτε δε, παραποιεί— τη μυστική φωνή που εγέννησε το ίδιο το έργο.

Η μυστική λοιπόν φωνή που εγέννησε την «Κόμη της Βερενίκης» δεν έχει λόγο, μήτε ίσως τρόπο, να αποκαλυφθεί. Έτσι, όπως για κάποιο σπουδαίον έρωτα, είναι καλύτερο να παραμένει κανείς εν σιωπή, παρά να προσπαθεί να τον περιγράψει στα χαρτιά ή τα λόγια. Αν ο υποθετικός αναγνώστης, τελειώνοντας το βιβλίο, παραμείνει για λίγο ή πολύ σιωπηλός, κι αν την επόμενη μέρα —μια επόμενη μέρα— η Βερενίκη υπάρχει πια στη μνήμη ή την καθημερινότητα του, τότε το βιβλίο είχε λόγο, λόγο βαθύτερο που εκδόθηκε. Αναμφίβολα, η πληροφόρηση για τα σπουδαία της επιστήμης, και η αποκάλυψη της μαγείας που περιέχουν, υπήρξε μια κεντρική του έγνοια. Όπως όμως σ' έναν πίνακα ζωγραφικής τα χρώματα δεν είναι ο πίνακας, και σ' ένα κείμενο ποιητικό οι λέξεις δεν είναι το ποίημα, έτσι και στην «Κόμη της Βερενίκης» οι γνώσεις δεν αποτελούν την Κόμη· ειδικότερα, αυτήν της Βερενίκης.

Ως προς τον τίτλο του, πάντως, το βιβλίο στάθηκε τυχερό. Ο συγγραφέας ήθελε να αποφύγει τις αυτονόητες επιλογές, που θα μιλούσαν για την εξέλιξη του Σύμπαντος ή της ζωής· διότι μήτε την κεντρική του πρόθεση ανακλούσαν, μήτε το υπόγειο ρεύμα που γέννησε το βιβλίο υπαινίσσονταν. Τότε, τύχη αγαθή, ο συγγραφέας έτυχε να διαβάσει ένα έξοχο ποίημα του Καλλιμάχου, που δημοσιεύθηκε στο *Παλίμψηστο,* περιοδικό που εκδίδει η Βικελαία Δημοτική Βιβλιοθήκη Ηρακλείου. Το ποίημα είχε τον τίτλο «Βερενίκης Κόμη» και η μετάφραση του οφειλόταν

στον Στυλιανό Αλεξίου. Κατά σύμπτωση μάλιστα αξιοσημείωτη, αφιερωνόταν —τιμή ίσως, που δεν την άξιζε— στον υπογράφοντα.

Έτσι, ως από μηχανής, ο τίτλος του βιβλίου —η «Κόμη της Βερενίκης»— είχε ανευρεθεί. Το ποίημα του Καλλιμάχου περιέκλειε, με συμβολισμούς και ομορφιά άφθαστη, τη δύναμη του μύθου και τα πάθη τα ανθρώπινα, την ανθρώπινη κραυγή και την αιώνια σιωπή του Σύμπαντος. Καθώς μάλιστα ο συγγραφέας του παρόντος βιβλίου αναζήτησε στην επιστημονική βιβλιογραφία τα σχετικά με την «Κόμη της Βερενίκης», ανακάλυψε με έκπληξη ότι στον αστερισμό αυτό έχουν παρατηρηθεί πολλές εκρήξεις υπερκαινοφανών. Και μια έκρηξη υπερκαινοφανούς, υποθέτουν οι σύγχρονες επιστημονικές απόψεις, είναι ένα γεγονός γενεσιουργό της ζωής στο Σύμπαν αφού τότε και μόνον τότε είναι δυνατή η δημιουργία των βαρύτερων στοιχείων, που ανευρίσκονται στη Γη και τους ζώντες οργανισμούς. Λέγεται ότι οι άνθρωποι της επιστήμης δεν επιτρέπεται να έχουν πίστη σε πράγματα υπερβατικά. Με την «Κόμη της Βερενίκης» όμως ο υπογράφων —και όχι για πρώτη φορά— αισθάνεται ότι παραβιάσθηκαν οι κανόνες του παιχνιδιού. Ένα βιβλίο που αναζητά τον τίτλο του, το ποίημα του Καλλιμάχου που γράφηκε πριν από πολλούς αιώνες, και η Βερενίκη, γυναίκα του πάθους και της μοίρας αλλά και έκρηξη αστρική, που κάπου στο Σύμπαν ίσως απετέλεσε την απαρχή ζωής· ας αναφερθεί ακόμα ότι ο συγγραφέας —ασφαλώς πολέμιος της αστρολογίας— γεννήθηκε το μήνα Μάιο, τότε που ο αστερισμός μεσουρανεί. Ή το παιχνίδι λοιπόν έχει άλλο νόημα, ή οι κανόνες του δεν είναι με πληρότητα γνωστοί.

Έτσι έγινε, και το παρόν βιβλίο απέκτησε τον τίτλο του. Από δω κι έπειτα, το βιβλίο —κάθε βιβλίο— έχει την τύχη ενός μηνύματος που, καθώς λένε οι ναυτικές ιστορίες, ρίχνεται στη θάλασσα μέσα σ' ένα μπουκάλι. Ανεξάρτητα από το αν το μήνυμα είναι σπουδαίο ή ανάξιο λόγου, από το αν τα γράμματά του είναι καλλιγραφικά ή με μελάνι πολυκαιρισμένο, το γραπτό έφυγε οριστικά από το χέρι εκείνου που το έγραψε. Δεν αρκεί η πρόθεση να ήταν αγαθή. Χρειάζεται τα ρεύματα της θάλασσας να

έχουν τη σωστή κατεύθυνση, και οι άνθρωποι να περιδιαβάζουν στις παραλίες, για να φτάσει το μήνυμα σ' έναν ή σε περισσότερους. Έτσι ή αλλιώς, η «Κόμη της Βερενίκης» άρχισε τη δική της ζωή. Ο συγγραφέας αυτή τη ζωή μήτε να την κατευθύνει, μήτε να την αλλάξει μπορεί. Η Βερενίκη ζει πια ανάμεσά μας, στα μικρά ή τα μεγάλα της καθημερινότητας, στη σιωπή της νύκτας ή λουσμένη στο πρωινό φως, ικανή να αγαπηθεί ή να την αγνοήσουν, να την αγγίξουν μερικοί με τρυφερότητα και οι πολλοί να περάσουν αδιάφοροι στην παρουσία της. Είναι αυτό που ήθελε επί αιώνες η Βερενίκη, καθώς από τον αστερισμό του Λέοντος και της Μεγάλης Αρκτου έκλαιγε για τα πάθη τα δικά της και τα ανθρώπινα, μέρος πάντοτε της Γης και μάρτυρας των υπέρλαμπρων εκρήξεων που κάποτε εγέννησαν τον έρωτα και τη ζωή.

Από το σημείωμα για τη δεύτερη έκδοση

...Ως προς τη σύντομη εξάντληση της πρώτης εκδόσεως, και τα σχόλια που ακούστηκαν για την «Κόμη της Βερενίκης», ο συγγραφέας αισθάνεται λίγο αμήχανα. Απ' ό,τι φαίνεται, η Βερενίκη αγαπήθηκε από τους αναγνώστες της. Δεδομένου όμως ότι παραμένει ένας αστερισμός ή μια γυναίκα του παρελθόντος, η αγάπη αυτή δεν έχει επαρκείς ερμηνείες.

Ίσως γι' αυτό, μια άποψη που διατυπώθηκε πρόσφατα προκάλεσε αίσθηση στους επιστημονικούς κύκλους. Κατ' αυτήν, η Βερενίκη δεν έζησε την εποχή των Πτολεμαίων, ούτε έχει σχέση με εκρήξεις άστρων και τις κινήσεις των γαλαξιών. Αντίθετα, είναι γυναίκα πραγματική και του παρόντος. Εκφράσθηκε μάλιστα ο ισχυρισμός —που είναι δύσκολο να επιβεβαιωθεί απ' όσα γνωρίζομε για τη φύση του φωτός— ότι η Βερενίκη, η ίδια η Βερενίκη με την κοκκινόχρωμη κόμη και τα εκφραστικά μάτια, εθεάθη από ψαράδες και ποιητές ανοικτά της θάλασσας του Ιονίου ή της Κρήτης.

Έτσι, χωρίς ίσως αντίφαση με τις υπάρχουσες επιστημονικές θεωρίες, ερμηνεύεται η καλή τύχη του παρόντος βιβλίου.

Ο αναγνώστης —ο σύγχρονος αναγνώστης- δεν αγάπησε τόσο ένα βιβλίο, που φέρει το όνομα της Βερενίκης— αλλά την ίδια αυτήν τη Βερενίκη, γυναίκα της νοσταλγίας και της μοίρας, που κάποια στιγμή πέρασε δίπλα του και συνοδεύει έκτοτε τη σιωπή του.

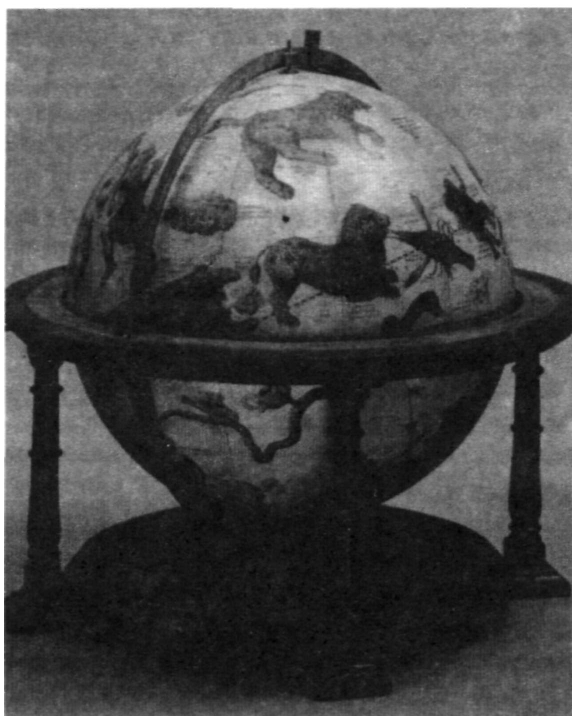
Από το σημείωμα για την τρίτη έκδοση

...Ενώ με την παρούσα της έκδοση η «Κόμη της Βερενίκης» αποκτά ίσως το οριστικό της περιεχόμενο, έντονη συνεχίζεται η διαμάχη σχετικά με την ίδια αυτήν τη Βερενίκη, τη ζωή ή τα πάθη που προξένησε. Η άποψη ότι είναι γυναίκα υπαρκτή και του παρόντος, και μάλιστα αναγνωρίσιμη από την έκφραση και τις κινήσεις της, συνάντησε μεγάλη την αντίθεση μιας ομάδας νεώτερων επιστημόνων. Η ομάδα αυτή θεωρεί ότι μια παρόμοια ερμηνεία αντιβαίνει στην αρχή της αβεβαιότητας και, επικαλούμενη πρόσφατα δεδομένα από διαστημικά τηλεσκόπια, επιμένει ότι η Κόμη της Βερενίκης είναι ένας απλός αστερισμός. Σε μια σπουδαία πραγματεία του, ένας μελετητής ισχυρίζεται άλλωστε ότι η Βερενίκη ουδέποτε υπήρξε, ενώ στοιχεία από τη χαμένη βιβλιοθήκη της Αλεξάνδρειας βεβαιώνουν ότι η Βερενίκη πράγματι έζησε την εποχή των Πτολεμαίων και μάλιστα είχε άφθαστη χάρη.

Κι ενώ δεκάδες διδακτορικές διατριβές εξακολουθούν να εκπονούνται γύρω από το θέμα, τα πράγματα ήρθε να καταστήσει δυσκολότερα εκείνος ο σο-

φός, ο αποτραβηγμένος από τα εφήμερα και τον κόσμο. Ο σοφός υπενθύμισε ότι, στο κέντρο του αστερισμού της Βερενίκης και σε διαρκώς μειούμενη απόσταση, υπάρχει ένας σπειροειδής γαλαξίας —ο επονομαζόμενος και μαύρος οφθαλμός— που έχει υφή σκοτεινή και του αιώνιου χρόνου.

Από το σημείωμα για την τέταρτη έκδοση



Καθώς η Βερενίκη και το βιβλίο που προκάλεσε η ουράνια παρουσία της συνεχίζουν τη διαδρομή τους χάρις στην καλοσύνη της κριτικής και των αναγνωστών, ένα εντυπωσιακό στοιχείο προσετέθη στην αλυσίδα των γεγονότων περί το θέμα. Διαπιστώθηκε ότι η πρώτη χαρτογράφηση του αστερισμού έγινε το 1551 από τον σπουδαίο χαρτογράφο Γεράρδο Μερκάτορα, «φιλόσοφο του κόσμου και πολίτη της Αναγέννησης». Πράγματι, σε μια υπέροχη ουράνια σφαίρα από ξύλινο κορμό, οι αστερισμοί έχουν απεικονιστεί σε χαλκογραφίες με απαλές αποχρώσεις, και η Κόμη της Βερενίκης αναφέρεται ελληνικά και λατινικά. Η ουράνια αυτή σφαίρα εξετέθη σε μια έκθεση για τη ζωή και το έργο του Μερκάτορος που έγινε πρόσφατα στο Αρχαιολογικό Μουσείου του Ρεθύμνου. Εκεί, ανάμεσα σε υδρογείους, εξαίσιους χάρτες και την περίφημη επίπεδη απεικόνιση της Γης, που βοήθησε τους ναυτικούς ώς τις μέρες μας, ο συγγραφέας του παρόντος βιβλίου παρέμεινε σιωπηλός μπροστά στον ξανθό «πλόκαμο» της Βερενίκης, που ανεμίζει από άνεμο ανερμήνευτο ανάμεσα στους αστερισμούς του Λέοντος και της Μεγάλης Άρκτου.

Σημείωμα για την παρούσα έκδοση



Ενώ ο κύκλος των αναγνωστών του βιβλίου εξακολουθεί να αυξάνεται με τον χρόνο, και τα σχόλια, τα γράμματα ή τα λόγια τους δεν παύουν να συγκινούν τον συγγραφέα, εκείνος αισθάνεται ότι ήρθε η ώρα να αποχωριστεί οριστικά τη Βερενίκη. Έγραφε άλλωστε στον πρόλογο ότι, αφ' ότου άρχισε να ζει ανάμεσά μας, τη ζωή της μήτε να την κατευθύνει, μήτε να την αλλάξει μπορεί. Ως αστερισμός ή ως γυναίκα της μοίρας, ως μύθος ή ως επιστημονική πραγματικότητα που δεν επιδέχεται αμφισβήτηση, η Βερενίκη εξασκεί μια γοητεία, μια έλξη ανερμήνευτη από μόνη της. Τον συγγραφέα δεν τον χρειάζεται πια. Έχουν να λένε άλλωστε ότι κάθε μεγάλος έρωτας έχει ένα τέλος. Ή μια συνεχή αρχή, θα πρόσθετε ο συγγραφέας. Αν πρόκειται για το πρώτο ή το δεύτερο, αφήνεται στον χρόνο να το αποφασίσει.

Έτσι λοιπόν, χωρίς να αποφεύγονται τα αισθήματα που συνοδεύουν κάθε αποχωρισμό, αυτό είναι το οριστικό, το τελευταίο σημείωμα, για την παρούσα έκδοση, της «Κόμης της Βερενίκης». Στην ασάφεια του αριθμού της εκδόσεως, που αποκαλείται απλώς «παρούσα», συνέβαλαν και οι καλές «Πανεπιστημιακές Εκδόσεις». Ισχυρίζονται ότι η γρήγορη εξάντληση της κάθε εκδόσεως, και οι συνεχείς μεταμορφώσεις του εξωφύλλου, δεν επέτρεπαν την ακριβή αρίθμηση. Ούτε είχε άλλωστε νόημα, αισθάνεται ο συγγραφέας του βιβλίου. Η ασάφεια συμβαδίζει με αυτήν καθ' εαυτήν την ύπαρξη της «Βερενίκης», τη συνε-

χώς αναστατωμένη ψυχή της. Δεν είναι άλλωστε αλήθεια ότι ο αστερισμός εμφανίζεται —αν οι συνθήκες του ουρανού είναι ευνοϊκές— κατά την άνοιξη;

Ενώ όμως αυτό είναι το οριστικό σημείωμα, που, αν η καλοσύνη των αναγνωστών συνεχιστεί, θα συνοδεύει και την επόμενη και τη μεθεπόμενη έκδοση της «Βερενίκης», ένα γεγονός απαλύνει τα αισθήματα μιας κερδισμένης ελευθερίας αλλά και της θλίψεως από το αναπότρεπτο του αποχωρισμού: Το γεγονός ότι, από τα πολλά χρόνια που πέρασαν από την πρώτη της έκδοση, η «Κόμη της Βερενίκης» δεν έχασε στην ισχύ ή το επίκαιρο κάποιων κεφαλαίων της, ούτε στη δραματικότητα των προειδοποιήσεών της. Στη βασική της μάλιστα οπτική ισχύει το αντίθετο.

Έτσι, η θεωρία της γενέσεως του κόσμου από μια αρχική Μεγάλη Έκρηξη, και οι ιδέες για την κατοπινή εξέλιξή του, κέρδισαν νέα ορμή από τα εκπληκτικά ευρήματα ενός τεχνητού δορυφόρου, που οι επιστήμονες έθεσαν σε τροχιά τα τελευταία χρόνια. Ο δορυφόρος αυτός, εξοπλισμένος με όργανα μεγάλης ευαισθησίας, ενετόπισε στις εσχατιές του Σύμπαντος -στο απώτερο δηλαδή, παρελθόν του!- τις πρώτες δειλές συμπυκνώσεις της αρχέγονης ακτινοβολίας, που θα οδηγήσουν αργότερα στους σχηματισμούς της ύλης και στους Γαλαξίες. Καθώς τα πρώτα αποτελέσματα των μετρήσεων ανακοινώθηκαν το 1992, ενθουσιασμός προκλήθηκε στον επιστημονικό κόσμο. Πολλά από όσα αναφέρονται στο βιβλίο, απέκτησαν λοιπόν μια νέα επιβεβαίωση.

Παράλληλα, την ανθρώπινη πορεία δεν έπαυσε να χαρακτηρίζει η απειλή και ο παραλογισμός. Η παγκόσμια διάσκεψη για το περιβάλλον, που συνεκλήθη το 1992 στο Ρίο και δημιούργησε πολλές ελπίδες, κατέληξε σε ευχολόγια και σε άρνηση λήψεως πρακτικών μέτρων από τους ισχυρούς της γης. Στα διάφορα σημεία του πλανήτη, άλλωστε, ενεδρεύει πάντα το Κακό. Στη Γιουγκοσλαβία ένας πόλεμος, που είχε περίπλοκη ιστορική, φυλετική αλλά και θρησκευτική βάση οδήγησε στη βαρβαρότητα και την ερήμωση. Ενώ στην μακρινή Ρουάντα, χιλιάδες πρόσφυγες του εμφυλίου, και κυρίως παιδιά με έκπληκτο βλέμμα, πεθαίνουν από την πείνα και τις ασθένειες.

Έτσι λοιπόν η Βερενίκη, από τον αστερισμό που ανεμίζουν τα υπερήφανα μαλλιά της, εξακολουθεί να χαίρεται για τα επιτεύγματα, και άλλοτε να θρηνεί για τα πάθη τα δικά της και τα ανθρώπινα. Μακάρι, καθώς περνούν τα έτη και οι αιώνες, να πολλαπλασιάζονται τα επιτεύγματα, και να λιγοστεύει ο παραλογισμός. Μόνο που έχει κάποια ευθύνη και ο αναγνώστης —«σύ! hypocrite lecteur! mon semblable, mon frere!»— αυτού του βιβλίου· που δεν γράφτηκε για να τον διδάξει, αλλά για να του μιλήσει.

I. Η σημερινή εικόνα του Σύμπαντος

Από τον μύθο στην επιστήμη

Το ΒΙΒΛΙΟ ΑΥΤΟ ΑΦΟΡΑ Σ' ΕΝΑ ΠΕΙΡΑΜΑ που έγινε πριν από 15 δισεκατομμύρια χρόνια. Ο επιστήμονας που το σχεδίασε δεν είναι πια τριγύρω για να μας εξηγήσει τί ακριβώς έκανε και, κυρίως, τί σκοπό εξυπηρετούσε. Ήταν δε τέτοιες οι συνθήκες και η θερμοκρασία του πειράματος, που καθιστούν ανέφικτη την επανάληψή του στα γήινα εργαστήρια. Προκειμένου, συνεπώς, να ανασυνθέσουμε την αρχική εικόνα, είναι ανάγκη να μελετήσουμε ό,τι πληροφορία από το πείραμα έφθασε μέχρις εμάς. Περίπου όπως ο ικανός αρχαιολόγος, που από κάποια ευρήματα ή υποθέσεις οδηγείται στην ανασύνθεση μιας ολόκληρης εποχής.

Το πείραμα αυτό ήταν η δημιουργία του ίδιου του Σύμπαντος. Τη μεγαλειώδη γένεση και την εξέλιξη του είναι, κατά πρώτο λόγο, που επιχειρούν να περιγράψουν οι σελίδες που ακολουθούν. Έργο ασφαλώς φιλόδοξο, αλλά όχι ιδιαίτερα πρωτότυπο. Στη μακραίωνη διαδρομή του ανθρώπου επί της Γης, τα σχετικά με το Σύμπαν έχουν μια ιδιαίτερη βαρύτητα. Οι δε τρόποι που ο άνθρωπος αντιλαμβάνεται τη δομή και τη λειτουργία του Κόσμου ανακλώνται σε κάθε μεγάλο πολιτισμό ή σε κάθε θρησκεία· και σφραγίζουν τη φιλοσοφία, τους μύθους και τις ποικίλες μορφές τέχνης. Δεν είναι περίεργο ότι και σήμερα, τα σχετικά ερωτήματα —για τη γένεση του Σύμπαντος, το πεπερασμένο ή άπειρο της εκτάσεώς του, την ύπαρξη κινητήριας δυνάμεως ή το τέλος του— αποτελούν βασικό στοιχείο της αγωνίας ή φαντασίας του ανθρώπινου είδους. Μόνο που η

απάντηση, και χωρίς αυτό να είναι κατ' ανάγκην θετικό, επιδιώκεται διαρκώς και περισσότερο μέσω της επιστημονικής γνώσεως.

Η περιγραφή των μύθων και των φιλοσοφικών ή θρησκευτικών απόψεων γύρω από το Σύμπαν δεν ανήκει στους σκοπούς του παρόντος βιβλίου. Είναι χρήσιμο, απλώς, να αναφερθούν, κατά χρονική αλληλουχία, οι άξονες των σχετικών αντιλήψεων: Πρώτα υπήρξε η επικράτηση του Λόγου, με τους Έλληνες φιλοσόφους· αργότερα, επιπρόσθετα στη λογική κατεργασία, ήρθε η μεθοδική παρατήρηση και μαθηματική διατύπωση των φυσικών νόμων από τον Νεύτωνα· τέλος, στις αρχές του αιώνα μας, ο Αϊνστάιν μετακινεί την προσοχή μας από τις λεπτομέρειες στη σύλληψη του Όλου.

Είναι γεγονός ότι, πριν από τον 6ο π.Χ. αιώνα που συνέβη το ανεξήγητο ελληνικό θαύμα, περισσότερο από ερμηνείες ο άνθρωπος αναζητούσε στο Σύμπαν ασφάλεια και εικόνες οικείες στην εμπειρία του. Έτσι, οι Βαβυλώνιοι και οι Αιγύπτιοι θεωρούσαν το Σύμπαν ως ένα όστρακο που επέπλεε στην απέραντη θάλασσα· η Γη και ο ουρανός ήσαν, απλώς, τα κελύφη του οστράκου, ενώ τα αστέρια χόρευαν σε θεϊκούς ρυθμούς, διάφορους από τους ανθρώπινους. Εικόνες ανθρωπομορφικές συνόδευαν τον Ήλιο ή την εμφάνιση της Σελήνης. Στην ποιητική μαγεία των εικόνων κρυβόταν η ανάγκη του ανθρώπου να καθησυχάσει τον τρόμο του για το υπερφυσικό και το άγνωστο.

Με την Ελληνική σκέψη, η αντίληψη για τον Κόσμο υφίσταται μια ριζική και αιφνίδια μετατροπή. Οι Έλληνες διανοητές — ο Πυθαγόρας, ο Αναξίμανδρος, ο Αριστοτέλης, ο Πλάτων — δέχονται πρώτοι ότι το Σύμπαν δεν δημιουργήθηκε και ούτε υπήρχε αποκλειστικά για τον άνθρωπο. Ο μύθος ή η φαντασία, για να κατανοηθούν τα παρατηρούμενα φαινόμενα, δίδουν τη θέση τους στη λογική κατεργασία και στα πρώτα στοιχεία επιστήμης. Η ανθρώπινη νόηση αισθάνεται, όχι απλώς την ικανότητα να έχει μια ερμηνεία πειστική των φυσικών φαινομένων, αλλά και τη δυνατότητα να κυριαρχήσει σ' αυτά.

Έτσι, ο Αριστοτέλης επιβάλλει μια λογική αντίληψη για τον Κόσμο, που έχει ταυτόχρονα αισθητική ομορφιά: ότι η Γη ακινητεί στο κέντρο του Σύμπαντος και ότι τα άστρα και οι πλανήτες κινούνται περί αυτήν σε κυκλικές τροχιές· κυκλικές, επειδή αυτές είναι τελειότερες! Τις ιδέες αυτές επεξεργάζεται ο Πτολεμαίος, και το αστρονομικό του πρότυπο, έχοντας και την ευλογία της Χριστιανικής Εκκλησίας, επιβιώνει για αιώνες. Έδινε, άλλωστε, για πρώτη φορά τη δυνατότητα να προβλεφθούν με σχετική ακρίβεια οι κινήσεις των ουράνιων σωμάτων.

Το βίωμα του έναστρου ουρανού δεν παύει, ασφαλώς, να υποβάλλει

τη μαγεία του στον άνθρωπο και να συνδέεται με τα πάθη του. Στο έξοχο ποίημα του Καλλιμάχου, που έδωσε τον τίτλο στο παρόν βιβλίο, μια μικρή ομάδα άστρων στον αστερισμό της Μεγάλης Άρκτου δεν είναι παρά η χαμένη βασιλική πλεξούδα της Βερενίκης, που ήδη νοσταλγεί σπαρακτικά:

Τί θέλω εγώ στους ουρανούς; Μαλλί της Βερενίκης πάλι ας γίνω
κι ο Ωριων ας πάει να λάμπει πλάι στον Υδροχόο...

Για τους πολλούς αιώνες που ακολουθούν, ο Λόγος κυριαρχεί. Η δε Ελληνική σκέψη, που κυρίως εκπροσωπείται από τον Αριστοτέλη, επηρεάζει όχι μόνον τον Ευρωπαϊκό πολιτισμό, αλλά και αυτούς της Ασίας. Είναι χαρακτηριστικό ότι ο Ινδός αστρονόμος Aryabhata επιμένει, τον 5ο μ.Χ. αιώνα, ότι η Γη απλώς περιστρέφεται περί τον άξονά της και γι' αυτό τα άστρα ανατέλλουν και δύουν. Αγνοείται όμως από τους συγχρόνους του, αφού οι αντιλήψεις του Αριστοτέλη κυριαρχούν.

Όσο βέβαια τα επιστημονικά όργανα τελειοποιούνται, οι παρατηρήσεις γίνονται ακριβέστερες. Οι κοσμολογικές θεωρίες προσπαθούν τώρα να συμβιβάσουν τις απαιτήσεις της λογικής αναλύσεως με τη μεθοδική παρατήρηση του Κόσμου. Ένας καινούργιος παράγοντας επηρεάζει όμως τη διαπάλη των κοσμολογικών ιδεών: Είναι η εξάπλωση της Χριστιανικής Θρησκείας, κατ' εξοχήν στον Ευρωπαϊκό χώρο, με τα ποικίλα δόγματα και τις διακυμάνσεις της ισχύος της. Οι αλήθειες είναι, αυτή τη φορά, αλήθειες εξ αποκαλύψεως. Ωστόσο, κάποτε γίνονται προσπάθειες να εναρμονισθεί ο φιλοσοφικός λόγος με το δόγμα, κυρίως από τους Πατέρες της Ορθόδοξης Εκκλησίας. Ο Αυγουστίνος, άλλωστε, διδάσκει τολμηρά ότι «το άπειρο Ον δημιούργησε τον κόσμο από το τίποτε και τον δημιούργησε όχι εν χρόνω, αλλά μαζί με τον χρόνο».

Στις σχέσεις της με τον επιστημονικό λόγο, η Θρησκεία είναι, εν τούτοις, εξ ορισμού αντιφατική. Και συχνά καταφεύγει σε μηχανισμούς κατασταλτικούς για να αντιμετωπίσει ιδέες ανεπιθύμητες. Στους σημερινούς, βέβαια, καιρούς, η προσαρμοστικότητά της απέναντι στο κύρος το επιστημονικό γίνεται συχνά παροιμιώδης. Το 1981 οργανώθηκε ένα συνέδριο κοσμολογίας από την Καθολική Εκκλησία. Όπως ανακοίνωσε στο τέλος ο ίδιος ο Πάπας στους συνέδρους, οι επιστημονικές θεωρίες για την εξέλιξη του Σύμπαντος από μια αρχική Μεγάλη Έκρηξη είναι αποδεκτές από την Εκκλησία˙ η ίδια όμως η Μεγάλη Έκρηξη δεν πρέπει να ερευνάται, γιατί είναι η στιγμή της Δημιουργίας· και η στιγμή της Δημιουργίας είναι δουλειά του Θεού. «Είχα κάθε λόγο να είμαι ευχαριστημένος που ο

Πάπας δεν εγνώριζε το θέμα της διάλεξης που μόλις είχα δώσει στο συνέδριο», γράφει ο S. Hawking, «που αφορούσε στη δυνατότητα να είναι ο χωρόχρονος πεπερασμένος, αλλά όχι περιορισμένος. Αυτό σημαίνει ότι δεν υπήρξε ποτέ μια αρχή του Σύμπαντος, ούτε μια στιγμή Δημιουργίας».

Μέσω της τέχνης, ωστόσο, τα κοσμολογικά πρότυπα, ακόμα και με επιρροές θρησκευτικές, αποκτούν μιαν άλλη διάσταση. Σφραγίζονται από μαγεία ποιητική και ανακλούν την επιθυμία όχι μόνον να κατανοηθεί, αλλά και να συνδεθεί η λειτουργία του κόσμου με τα ανθρώπινα.

Ένα παράδειγμα, που δεν επιλέγεται τυχαία, είναι η «Θεία Κωμωδία» του Δάντη. Στα δύο πρώτα βιβλία ο ποιητής διασχίζει τον υλικό κόσμο: από τον Άδη, που βρίσκεται στο παγωμένο εσωτερικό της Γης, μέχρι το απαραίτητο Καθαρτήριο στους πρόποδες ενός βουνού. Στο τρίτο βιβλίο, τον «Παράδεισο», τον Δάντη οδηγεί η πολυαγαπημένη του Βεατρίκη. Αφού διασχίσουν επτά ουράνιες σφαίρες, που φέρουν τα ονόματα των πλανητών του ηλιακού συστήματος, και μια όγδοη με τα αστέρια του ζωδιακού κύκλου, φθάνουν στην ένατη και μεγαλύτερη σφαίρα, την Primum Mobile, όπου και τα όρια του κόσμου. Εκεί βρίσκεται φυσικά και η κατοικία του Θεού, απ' όπου εκπέμπεται εκτυφλωτικό φως. Εννέα ομόκεντρες σφαίρες, πνευματικές όμως αυτήν τη φορά, περιβάλλουν τον Θεό και ρυθμίζουν την κίνηση των υλικών σφαιρών.

Όπως παρατηρεί ο ποιητής, οι αιθέριες σφαίρες περιστρέφονται τόσο γρηγορότερα, όσο η ακτίνα τους είναι μικρότερη. Αντίθετα με τις πλανητικές, δηλαδή τις υλικές σφαίρες: Εκεί η ταχύτητα περιστροφής μεγαλώνει ανάλογα με την ακτίνα. Η Βεατρίκη δίδει τη χαριτωμένη και τυπικά γυναικεία δικαιολογία ότι κάθε σφαίρα, υλική ή πνευματική, περιστρέφεται τόσο γρηγορότερα όσο πιο τέλεια είναι.

Είναι εντυπωσιακό ότι η παραπάνω εικόνα έχει ομοιότητα με το θεωρητικό πρότυπο για τα γαλαξιακά συστήματα που διατύπωσε έξι αιώνες αργότερα ο Αϊνστάιν. Οι μελετητές του Δάντη υποθέτουν ότι ο ποιητής έφθασε στην αποκαλυπτική του ενόραση, επειδή αγνοούσε την Ευκλείδεια Γεωμετρία, που δεν είναι ικανή να περιγράψει το Σύμπαν. Είχε όμως πολλές γνώσεις αστρονομίας.

Τη γεωκεντρική αντίληψη για τον Κόσμο, που δέσποζε επί αιώνες, ανατρέπει πρώτα ο Κοπέρνικος· και, οριστικά, οι πειραματικές ικανότητες και οι παρατηρήσεις του Γαλιλαίου. Με την εφεύρεση του τηλεσκοπίου, εξακριβώνεται ότι οι πλανήτες κινούνται γύρω από τον Ήλιο και μάλιστα σε τροχιές ελλειπτικές· η Γη ή ο Δίας αποτελούν τα κέντρα περιφοράς μικρών δορυφόρων.

Την πλήρη περιγραφή για τη Μηχανική των ουράνιων σωμάτων, αλ-

λά και πολύ πέρα από αυτήν, θα δώσει τον 17ο αιώνα ο Νεύτων. Το βιβλίο του "Principia Mathematica" ανήκει στα μνημειώδη επιτεύγματα της ανθρώπινης σκέψης. Διότι δεν παρέχει απλώς τα απαραίτητα μαθηματικά για την κίνηση των σωμάτων στον χώρο και τον χρόνο. Ο Νεύτων δίδει και την ερμηνεία αυτών των κινήσεων, ως συνέπεια των θεμελιωδών φυσικών νόμων που ο ίδιος διετύπωσε. Ταυτόχρονα, σφραγίζει με τη μεγαλοφυία του την έρευνα για τη φύση και τις ιδιότητες του φωτός.

Υπήρξε τόσο επιβλητικό το οικοδόμημα της Νευτώνειας Μηχανικής, που η επιστήμη δύσκολα θα επείθετο για την αναθεώρηση του. Η νέα άποψη για το Σύμπαν, που εκόμισε ωστόσο στις αρχές του 20ού αιώνα η σκέψη του Αϊνστάιν, ήταν όχι απλώς ριζοσπαστική αλλά και ποιοτικά διάφορη. Μέσα από την αυστηρή μαθηματική γλώσσα της Ειδικής και, κυρίως, της Γενικής Θεωρίας της Σχετικότητας, το Σύμπαν θεάται στη σύνολη εικόνα του - περίπου σαν ο παρατηρητής του να ευρίσκεται έξω από αυτό. Ο Αϊνστάιν αναδεικνύει την πραγματική υφή του χώρου και του χρόνου και τη μεταξύ τους σχέση: Δεν είναι, απλώς, ο χώρος και ο χρόνος η σκηνή των κοσμικών γεγονότων, αλλά τα επηρεάζουν και επηρεάζονται από αυτά. Ο «χωρόχρονος» είναι στην πραγματικότητα ο βασικός ιστός του Σύμπαντος· η καμπύλωσή του από την παρουσία ενός υλικού σώματος, για παράδειγμα της Γης, προκαλεί τη βαρύτητα. Έτσι, με τη Γενική Θεωρία της Σχετικότητας, οι νόμοι της βαρυτικής έλξης αποκτούν το βαθύτερο περιεχόμενό τους και μια ενοποιητική διάσταση. Απροσδόκητα φαινόμενα —όπως η σχετικότητα του χρόνου ή η καμπύλωση του φωτός—, που είχαν προβλεφθεί από τη θεωρία, επαληθεύονται πειραματικά και την καθιστούν μια αναμφισβήτητη αλήθεια.

Παράλληλα, και παρά την επική αντίθεση του Αϊνστάιν στις βασικές της αντιλήψεις, τη Φυσική σφραγίζει κατά τις πρώτες δεκαετίες του αιώνα μια άλλη επανάσταση. Διαμορφώνεται, αυτή τη φορά από μια πλειάδα σπουδαίων φυσικών, η Κβαντομηχανική. Η θεωρία δηλαδή που περιγράφει τον μικρόκοσμο — τον κόσμο των ατόμων, των πυρήνων και των ηλεκτρονίων. Θεωρία τολμηρή αλλά και σίγουρη στην ερμηνευτική της ικανότητα, η Κβαντομηχανική όχι μόνον επιβεβαιώνεται από τα πειράματα, αλλά και αποτελεί την απαρχή επαναστατικών τεχνολογικών επινοήσεων.

Περί τα μέσα λοιπόν του αιώνα μας, η επιστημονική γνώση είναι οπλισμένη με δύο σπουδαία εργαλεία μεθόδου και γνώσεων: Τη Θεωρία της Σχετικότητας και την Κβαντομηχανική· η πρώτη, ερμηνευτική του μεγάκοσμου, η δεύτερη, του μικρόκοσμου. Η άρση ορισμένων εσωτερικών τους αντιφάσεων, η διαμόρφωση δηλαδή μιας κβαντικής θεωρίας

της βαρύτητας, αποτελεί αυτή τη στιγμή επίμονη αναζήτηση της Φυσικής.

Αξίζει ωστόσο να σημειωθεί, και να σημειωθεί με έμφαση: Μέχρι το πρώτο τέταρτο του αιώνα μας, και παρ' όλο που η επιστημονική έρευνα κατέκτησε πολλά και σπουδαία, υπήρχε μια καθολική παραδοχή για ένα Σύμπαν στατικό, αμετάβλητο˙ που είτε υπήρχε από πάντα σ' έναν άπειρο χρόνο είτε δημιουργήθηκε μεν κάποια στιγμή στο παρελθόν, αλλά δημιουργήθηκε περίπου όπως είναι σήμερα. Καθώς ο άνθρωπος αισθάνεται παροδική την παρουσία του στον κόσμο, η ιδέα ενός παρόμοιου Σύμπαντος ίσως εξέφραζε τη βαθύτερη ανάγκη του για μιαν αλήθεια αιώνια και αμετάβλητη.

Είναι μόνον τις τελευταίες δεκαετίες που η εικόνα ανατρέπεται. Διαπιστώνεται ότι το Σύμπαν δεν είναι στατικό, αλλά διαστέλλεται˙ και έχει την αρχή του σε συγκεκριμένο χρόνο στο παρελθόν. Έκπληκτη η ανθρώπινη νόηση, πρέπει να αποδεχθεί ότι αυτό το αδιανόητο Όλον είναι το αποτέλεσμα μιας αδιανόητης εκρήξεως στο μακρινό παρελθόν — σημάδια της οποίας υπάρχουν εν τούτοις και σήμερα.

Το άπειρα μικρό και το απέραντα μεγάλο

Η ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΗ ΕΙΚΟΝΑ ΤΟΥ ΣΥΜΠΑΝΤΟΣ είναι ασφαλώς διαφορετική από αυτήν που περιέγραψαν οι μύθοι ή η ευαισθησία των ποιητών. Δεν είναι μόνον ότι η ποίηση σχεδόν εξέλιπε από τα ανθρώπινα. Κατά τις τελευταίες ιδίως δεκαετίες, η εξέλιξη των επιστημονικών οργάνων υπήρξε εντυπωσιακή. Και απεκάλυψε ένα Σύμπαν που δεν μπορεί εύκολα να το συλλάβει το ανθρώπινο μυαλό.

Τρομακτικοί είναι πρώτα-πρώτα οι αριθμοί που αναφέρονται στις αποστάσεις ή άλλα μεγέθη του. Παρά τη φαινομενική του, εξάλλου, ηρεμία, το Σύμπαν είναι βίαιο. Χαρακτηρίζεται από αργές αλλαγές, αλλά και αιφνίδιες εκρήξεις, εκπομπή ποικίλων ακτινοβολιών αλλά και ασύλληπτες διεργασίες της ύλης˙ και υφίσταται μια συνεχή εξέλιξη προς ένα άγνωστο, προς το παρόν, τέλος. Όπως έγραψε ο ιατροφιλόσοφος Γ. Γεωργουδάκης «"Ο,τι είναι το Άπειρον, ό,τι υπάρχει έν τω Άπείρω τό οποίον περιλαμβάνει τά Σύμπαντα, ό,τι είναι τά Σύμπαντα έν τω απείρως μέγα και έν τω απείρως μικρω τά οποία ό ανθρώπινος νους αδυνατεί νά περιλάβη από της έλξεως και ώσεως των έσχατων ατόμων της ύλης μέχρι της τρομακτικής άνατινάξεως ωκεανών διαπύρου Ύλης, είναι μιά έκτύλιξις, μιά έξέλιξις. Τό πάν μεταβάλλεται, τό πάν εξελίσσεται».

Διδακτική για τον σκοπό του παρόντος βιβλίου είναι η αναφορά μερικών χαρακτηριστικών αποστάσεων στο Σύμπαν. Επειδή ακριβώς οι αποστάσεις αυτές είναι τεράστιες, συνήθως εκφράζονται παραστατικά, με τον χρόνο που χρειάζεται το φως για να τις καλύψει. Ας υπομνησθεί ότι το φως τρέχει με ταχύτητα 300.000 χιλιομέτρων το δευτερόλεπτο, τη μεγαλύτερη ταχύτητα που γνωρίζει η Φύση.

Ταξιδεύοντας μ' αυτή την ιλιγγιώδη ταχύτητα, ένας υποθετικός ταξιδιώτης χρειάζεται ένα μόνο δευτερόλεπτο για να φτάσει στη Σελήνη· χρειάζεται μερικές ώρες για να ξεφύγει από το ηλιακό μας σύστημα˙ κάπου 100.000 έτη για να διασχίσει τον Γαλαξία μας, και 2 εκατομμύρια έτη για να φθάσει στην Ανδρομέδα, τον κοντινότερο προς τον δικό μας γαλαξία˙ τέλος, χρειάζεται 15 τουλάχιστον δισεκατομμύρια έτη για να βρεθεί, αυτός ο υποθετικός ταξιδιώτης, στα πέρατα του ορατού Σύμπαντος, έχοντας διασχίσει μερικά δισεκατομμύρια γαλαξίες που ο καθένας αποτελείται κατά μέσο όρο από 100 δισεκατομμύρια άστρα!

Αν όμως οι αριθμοί αυτοί δίδουν μια ιδέα της ασύλληπτης εκτάσεως του Σύμπαντος, είναι διδακτική επίσης η αναφορά σε ορισμένα μεγέθη που χαρακτηρίζουν τον μικρόκοσμο. Το πρωτόνιο, το βασικό μικροσωματίδιο της ύλης, έχει διαστάσεις $1O^{15}$ m και την απειροελάχιστη μάζα των $1O^{-27}$ kg˙ είναι ελαφρότερο δηλαδή από ένα κουνούπι, κατά έναν αριθμό με 21 μηδενικά! Ένα μέσο άτομο, όπως αυτό του οξυγόνου, έχει διαστάσεις 10^{-10}m, μεγαλύτερες κατά 100.000 φορές περίπου από αυτές του πρωτονίου. Χρειάζονται δηλαδή κάπου 10 εκατομμύρια άτομα στη σειρά για να καλύψουν τη μύτη ενός μολυβιού. Είναι προφανές ότι ο αριθμός των ατόμων στο Σύμπαν είναι κολοσσιαίος. Εάν υποτεθεί ότι όλα τα αστέρια περιέχουν τον ίδιο αριθμό ατόμων με τον Ήλιο, τα άτομα του Σύμπαντος υπολογίζονται σε 10^{79}

Η κλίμακα λοιπόν από το απείρως μικρό —τον μικρόκοσμο— στο απέραντα μεγάλο είναι ασύλληπτη. Ας σημειωθεί μόνον ότι για να διανύσει το φως ένα πρωτόνιο, χρειάζεται 10^{-24} sec — σε αντίθεση με τα 15 δισεκατομμύρια χρόνια που απαιτούνται για όλο το Σύμπαν. Είναι όμως μια κλίμακα που επιφυλάσσει πολλές εκπλήξεις. Έτσι, ο Ήλιος έχει μάζα περίπου $2x10^{30}$kg και διαστάσεις 10^{6} km. Μια μαύρη όμως οπή, όπως αυτή που υποθέτουμε ότι υπάρχει στον αστερισμό του Κύκνου, έχει πολύ μεγαλύτερη μάζα από αυτήν του Ήλιου, αλλά διαστάσεις μόνον 10 km. Και ενώ η μέση πυκνότητα, ας πούμε στον πυρήνα της Γης, είναι 13 g/cm^3, αυτή του πυρήνα των ατόμων προσεγγίζει τα 2,8 x 10^{14} g/cm^3!

Είναι ενδεχόμενο ο αναγνώστης να έχει κουρασθεί από την αναφορά στους αριθμούς. Το νόημα αυτής της αναφοράς είναι να καταδειχθούν η

απεραντοσύνη της κλίμακας και οι δυσκολίες που συναντά η επιστημονική της διερεύνηση. Όσο πράγματι απομακρυνόμαστε από τα ανθρώπινα μέτρα, και είτε προς το ελάχιστο είτε προς το μέγιστο, η ανίχνευση των όσων συνιστούν το Σύμπαν απαιτεί όργανα διαρκώς πιο πολύπλοκα: επιταχυντές και ηλεκτρονικές διατάξεις για τα στοιχειώδη συστατικά της ύλης, ηλεκτρονικά μικροσκόπια για τα κύτταρα και τη διπλή έλικα των μορίων της κληρονομικότητας, οπτικά τηλεσκόπια ή ραδιοτηλεσκόπια για την ανίχνευση ενός μακρινού γαλαξία. Είναι ίσως περιττό να σημειωθεί ότι η καταγραφή ή ο συνδυασμός των δεδομένων και η πολύπλοκη θεωρητική τους επεξεργασία έγινε δυνατή μόνον χάρις στην αλματώδη εξέλιξη των ηλεκτρονικών υπολογιστών.

Μοναχικά αστέρια και κοινωνικοί γαλαξίες

ΑΝ ΟΜΩΣ Η ΑΝΑΦΟΡΑ στα μεγέθη του Σύμπαντος εντυπωσιάζει, το ίδιο συμβαίνει και με την ποικιλία των αστρικών σωμάτων ή την ιεραρχική τους τάξη. Το ανθρώπινο δέος μπροστά στον έναστρο ουρανό —δέος που, σύμφωνα με τον Βολταίρο, μόνον μ' αυτό που προξενεί η ανθρώπινη βλακεία μπορεί να συγκριθεί— δεν είναι αδικαιολόγητο. Το δέος όμως επαυξάνεται, όταν στην εμπειρία προστίθεται και η επιστημονική γνώση. Είναι αυτή που αποκαλύπτει το βάθος ή τις προεκτάσεις των όσων η όραση αντιλαμβάνεται.

Τη βασική μονάδα του Σύμπαντος αποτελούν τα αστέρια. Τα αστέρια είναι απλώς ήλιοι, παρόμοιοι με τον δικό μας, τον πολυύμνητο και, υποτίθεται, μοναδικό. Οι ήλιοι αυτοί βρίσκονται σε πολύ μεγαλύτερες αποστάσεις και διαφέρουν μεταξύ τους στη μάζα ή τις διαστάσεις— έχουν όμως κοινή περίπου σύσταση και δραστηριότητα. Ο δικός μας Ήλιος, που μπορεί να θεωρηθεί ένα «τυπικό» αστέρι, έχει ακτίνα γύρω στα 700.000 km, επιφανειακή θερμοκρασία 5.500 K και εσωτερική θερμοκρασία μερικά εκατομμύρια βαθμούς. Τα άλλα αστέρια έχουν μάζα που, καμιά φορά, φτάνει και τις πενήντα φορές τη μάζα του Ήλιου, ενώ στα μικρότερα δεν υπερβαίνει το ένα της δέκατο. Είναι αξιοσημείωτο ότι, όπως δείχνει η ανάλυση των φασμάτων τους, τα αστέρια συνίστανται κατά 75% του βάρους τους από υδρογόνο και κατά 23% περίπου από ήλιο. Από τα δύο, δηλαδή, πρώτα —και τα απλούστερα— στοιχεία του περιοδικού συστήματος. Τα βαριά στοιχεία, όπως το οξυγόνο, ο άνθρακας, ο σίδηρος, συμπληρώνουν το υπόλοιπο, ελάχιστο, ποσοστό της ύλης ενός αστεριού.

Η κοινή σύσταση είναι λοιπόν ένα από τα χαρακτηριστικά των αστεριών. Το άλλο είναι η εργώδης εσωτερική τους δραστηριότητα. Στο μεγαλύτερο μέρος της ζωής τους —γιατί και τ' αστέρια γεννώνται, αναπτύσσονται και πεθαίνουν— το άφθονο υδρογόνο «καίγεται» στο εσωτερικό τους. Με πυρηνική αντίδραση, μετατρέπεται στο στοιχείο ήλιο, παράγοντας άφθονη ενέργεια. Με αυτό τον τρόπο, προσπαθούν τ' αστέρια ν' αντιμετωπίσουν τη βαρύτητα· που ενώ είναι η δύναμη που τα γέννησε, αργότερα απειλεί να τα συνθλίψει.

Η εκπομπή ακτινοβολίας είναι το αποτέλεσμα της συνεχούς αυτής διαπάλης, και ένα διακριτικό γνώρισμα των αστεριών. Οι γνώριμοι μας πλανήτες έχουν πολύ μικρότερη μάζα από τα αστέρια, και το φως τους δεν οφείλεται σε πυρηνικές αντιδράσεις. Επειδή, ωστόσο, βρίσκονται πολύ κοντά, η ετερόφωτη λαμπρότητά τους ξεπερνά συχνά αυτήν των αστεριών. Αν οι υποθέσεις για τη δημιουργία των πλανητικών συστημάτων είναι σωστές, πλανήτες θα πρέπει να υπάρχουν στο Σύμπαν σε αριθμό συγκρίσιμο με τα αστέρια.

Τα αστέρια είναι ιεραρχικά οργανωμένα σε σμήνη και γαλαξίες· και οι τελευταίοι πάλι, σε σμήνη γαλαξιών. Ο δικός μας Γαλαξίας ανήκει στην ίδια ομάδα με δεκαέξι άλλους· είναι η γειτονιά μας. Ο Α. Κάλβος δίδει έξοχα την υποβλητικότητα της εικόνας του έναστρου ουρανού:

Και εις την σκοτιάν βαθείαν,
εις το απέραντον διάστημα,
τα φώτα σιγαλέα
κινώνται των αστέρων
λελυπημένα.

Τα αστέρια αυτά, που είναι ορατά με γυμνό μάτι στον ουρανό, ανήκουν όλα στον Γαλαξία μας· και παρά τους σχετικούς μύθους ότι δεν μπορούν να μετρηθούν, δεν ξεπερνούν τις 3.000.

Συνολικά, ωστόσο, ο Γαλαξίας μας περιλαμβάνει 200 τουλάχιστον δισεκατομμύρια άστρα. Είναι δε τέτοια η διάταξή τους, που σ' έναν μακρινό παρατηρητή ο Γαλαξίας θα έμοιαζε με δίσκο αθλητικό που έχει διάμετρο 100.000 και πάχος 2.000 ετών φωτός.

Δεν έχουν όμως όλοι οι γαλαξίες το ίδιο σχήμα. Άλλοι είναι ελλειπτικοί, άλλοι σπειροειδείς ή και έχουν σχήμα ανώμαλο. Στις εσχατιές, άλλωστε, του Σύμπαντος, έχουν εντοπισθεί ιδιόμορφοι· «ημιαστρικοί» γαλαξίες, οι κβάσαρ. Οι κβάσαρ είναι τόσο φωτεινοί, που ίσως εκπέμπουν ακτινοβολία όσο εκατό κανονικοί γαλαξίες. Το μέγεθός τους, εν τούτοις, υπολογίζεται ότι δεν υπερβαίνει αυτό του Ηλιακού μας συστήματος.

Ένα σπουδαίο χαρακτηριστικό της μακροσκοπικής δομής του Σύμπαντος είναι ότι οι γαλαξίες είναι πολύ αραιοκατοικημένοι. Πράγματι, οι αποστάσεις μεταξύ των αστεριών ενός γαλαξία είναι τεράστιες. Το κοντινότερο, για παράδειγμα, αστέρι στον Ήλιο, είναι ο Α του Κενταύρου, που απέχει από αυτόν 4 έτη φωτός· αυτή η απόσταση είναι 10 εκατομμύρια φορές μεγαλύτερη από τη διάμετρό του. Αν παραστατικά φαντασθεί κανείς ένα αστέρι σαν μια μπάλα αντισφαιρίσεως, ο πλησιέστερος γείτονας του βρίσκεται μερικές εκατοντάδες χιλιόμετρα μακριά.

Σε αντίθεση με τα αστέρια, οι γαλαξίες δεν φαίνεται να πάσχουν από μοναξιά. Οι γείτονές τους βρίσκονται σχετικά κοντά. Έτσι, ο γαλαξίας της Ανδρομέδας απέχει «μόνο» 20 γαλαξιακές διαμέτρους από τον δικό μας. Ανάλογα ισχύουν για τα δισεκατομμύρια των άλλων γαλαξιών. Αν, συνεπώς, ένας γαλαξίας παρασταθεί σαν ένας αθλητικός δίσκος, ο γείτονας του απέχει μόνο μερικά μέτρα.

Πρέπει να σημειωθεί ότι ο χώρος μεταξύ των αστέρων κάποιου γαλαξία δεν είναι εντελώς κενός. Πληρούται από διάχυτη, εξαιρετικά αραιή μεσοαστρική ύλη, που αποτελείται από αέριο και κοσμική σκόνη. Στη σύσταση του αερίου υπερισχύει και πάλι σημαντικά το υδρογόνο, εμπλουτισμένο σε μικρό ποσοστό με μέταλλα. Με παρόμοιο τρόπο, μεσογαλαξιακή ύλη και όχι απόλυτο κενό καλύπτει τον χώρο ανάμεσα στους γαλαξίες. Η μεσογαλαξιακή ύλη είναι ομαλά κατανεμημένη και η ελάχιστη σκόνη που περιέχει είναι στερεό υδρογόνο υπό μορφή κόκκων χιονιού.

Αυτό που ωστόσο πρέπει να συνειδητοποιήσει ο αναγνώστης είναι ότι, παρατηρώντας το Σύμπαν, παρατηρούμε ουσιαστικά το παρελθόν του. Διότι οι κοσμικές αποστάσεις είναι τεράστιες. Έτσι, οι πληροφορίες που ξεκινούν από κάποια γωνιά του Σύμπαντος, είτε με τη μορφή φωτός είτε ως ραδιοκύματα και παρ' όλο που ταξιδεύουν με την ταχύτητα του φωτός, χρειάζονται χρόνο πολύ να φθάσουν σε μας. Έναν μακρινό γαλαξία τον βλέπουμε όπως ήταν πριν από δισεκατομμύρια χρόνια- και μόνον υποθέσεις μπορούμε να κάνουμε για τη σημερινή του κατάσταση. Η έκρηξη του υπερκαινοφανούς (του supernova 1987A) στο νεφέλωμα του Μαγελάνου, που παρατηρήθηκε πρόσφατα, έγινε στην πραγματικότητα πριν από 160.000 χρόνια. Ακόμη και από τον λαμπρό Σείριο, που είναι κοντινό μας αστέρι, το φως χρειάζεται σχεδόν εννέα χρόνια για να φτάσει στη Γη. Ένα παρόμοιο αστέρι, δηλαδή, μπορεί να έχει παύσει να υπάρχει, εν τούτοις θα εξακολουθεί να λάμπει στον ουρανό! Αντίστροφα τώρα: Αν ο γειτονικός μας γαλαξίας, αυτός της Ανδρομέδας, κατοικείται, και οι κάτοικοι του παρατηρούν τη Γη με τηλεσκόπια εξαιρετικής ισχύος, θα παρακολουθήσουν με ενδιαφέρον το πρώτο όρθιο βάδισμα

του ανθρώπινου είδους. Θα δουν δηλαδή δύο εκατομμύρια χρόνια πίσω στο παρελθόν, όσο χρειάζεται στις εικόνες από τη Γη για να φτάσουν στην Ανδρομέδα. Ακόμη και το πρόσωπό μας σ' έναν καθρέφτη βλέπουμε κατά τι νεώτερο —απειροελάχιστα νεώτερο— απ' ό,τι είναι στην πραγματικότητα· ας είναι λοιπόν προσεκτικές οι φιλάρεσκες αναγνώστριες.

Παρόν, λοιπόν, είμαστε μόνον εμείς, οι συγκεκριμένες υπάρξεις και οι πράξεις μας. Ό,τι μας περιβάλλει ανήκει στο απώτερο ή κοντινό παρελθόν.

Δύο παράλληλες που συγκλίνουν

ΕΚ ΠΡΩΤΗΣ ΟΨΕΩΣ, κάθε προσπάθεια για την κατανόηση του Σύμπαντος με μεθοδολογία επιστημονική φαίνεται καταδικασμένη. Πώς να βρεθούν κοινοί άξονες ή νόμοι, πού να εντοπισθούν οι πρωταρχικοί παράγοντες για τη δημιουργία και την εξέλιξή του, με ποιον τρόπο μπορεί να γίνει προσιτό στην επιστημονική γλώσσα αυτό το αδιανόητο Όλον;

Η απάντηση δίδεται από την αναζήτηση της «έσχατης» απλότητας, αναζήτηση που κυριαρχεί σε όλη τη διαδρομή της επιστήμης. Και που, ενώ δεν έχει ίσως επαρκή λογική ή φιλοσοφική αιτιολόγηση, αποτελεί κύριο άξονα της προόδου της.

Βασική, πράγματι, επιδίωξη της Φυσικής επιστήμης είναι η αναγωγή των συνθέτων σε απλά, η πίστη ότι τα βασικά χαρακτηριστικά του κόσμου μπορεί να διατυπωθούν σε κομψούς φυσικούς νόμους· και ότι σ' αυτούς τους νόμους υποτάσσονται στο τέλος και φαινόμενα, στην επιφάνεια ασύνδετα. Η αναζήτηση της απλότητας κυριαρχεί στην έρευνα για τα δομικά συστατικά της ύλης από τους σημερινούς φυσικούς, αλλά και από τον Δημόκριτο στην αρχαιότητα. Μαθηματική απλότητα και συμμετρία χαρακτηρίζει τους νόμους της Νευτώνειας Μηχανικής, όπως και την εξίσωση που περιγράφει τη μετατροπή της ύλης σε ενέργεια. Από την ίδια αντίληψη περί απλότητας κυριαρχούνται και οι σύγχρονες αναζητήσεις της επιστήμης: Η προσπάθεια να ενοποιηθούν, για παράδειγμα, οι τέσσερις αλληλεπιδράσεις που εμφανίζονται διακριτές στο σημερινό Σύμπαν ή η προσπάθεια να κατανοηθεί το πολυπλοκότερο ίσως από τα φαινόμενα, αυτό της ανθρώπινης ζωής, μέσω των δομών της Μοριακής Βιολογίας. Όπως παρατηρεί ο P. Dirac, που με την κομψή εξίσωσή του για την κίνηση του ηλεκτρονίου εξέφρασε λαμπρά αυτήν την αντίληψη, «Ο ερευνητής, προσπαθώντας να διατυπώσει τους θεμελιώδεις νόμους της φύσης με μαθηματική μορφή, πρέπει να αποβλέπει κυρίως στο μάθη-

ματικά ωραίο. Συγκεκριμένα, θα πρέπει να θεωρήσει την απλότητα ως το υπόβαθρο του ωραίου».

Όσο και αν αυτό φαίνεται φιλόδοξο, η κατανόηση της αρχής και της εξελίξεως του Σύμπαντος εναρμονίζεται στην ίδια επιδίωξη: Της αναγωγής των πολύπλοκων σε έσχατες αρχές, των σύνθετων φαινομένων σε φαινόμενα οικεία στα επιστημονικά εργαστήρια ή την επιστημονική γνώση.

Σ' αυτήν τη διαδικασία, η βασική μέθοδος της Φυσικής επιστήμης δεν πρέπει να παραβιάζεται. Η επιβεβαίωση δηλαδή της θεωρίας από τα πειραματικά δεδομένα και τις παρατηρήσεις, η αλληλουχία του τελικού συμπεράσματος με τις επιμέρους προτάσεις, η εσωτερική συνέπεια των θεωρητικών κατασκευών. Τα «πρότυπα» που διατυπώνονται σε μαθηματική γλώσσα επιβιώνουν μόνον εφόσον και για όσο διάστημα δεν παραβιάζουν τους παραπάνω κανόνες. Και αφού εδώ αναφερόμαστε στην αρχή αλλά και την εξέλιξη του Όλου, είναι αυτονόητο ότι οι απαραίτητες γνώσεις για τη μελέτη του Σύμπαντος πρέπει να αναζητηθούν σ' όλο το φάσμα των όσων η πειραματική ή θεωρητική Φυσική έχει κατακτήσει.

Έτσι είδαμε ότι το Σύμπαν είναι διάσπαρτο από εργαστήρια πυρηνικής σύντηξης, που είναι απλώς τα αστέρια. Οι γνώσεις, συνεπώς, της Πυρηνικής Φυσικής χρειάζονται, για να κατανοηθεί η εσωτερική ζωή των άστρων, αλλά και το γιατί λάμπουν. Η Γενική Θεωρία της Σχετικότητας, που περιγράφει τη δομή του χώρου και του χρόνου, προέβλεψε την ύπαρξη μαύρων οπών είναι όμως επίσης απαραίτητη στην κατανόηση της εξελίξεως του Σύμπαντος. Ο σχηματισμός, τέλος, ενός αστέρα νετρονίων ή το φάσμα ενός αστρικού αντικειμένου ερμηνεύονται με βάση τις αρχές της Κβαντομηχανικής, οι οποίες διέπουν τη συμπεριφορά του ατομικού κόσμου. Αυτές οι διασυνδέσεις, ανάμεσα στον μικρόκοσμο και τον μακρόκοσμο, όσο προχωρούμε προς την αρχή του χρόνου και την αρχή της ύλης, γίνονται πιο αναγκαίες.

Το συμπέρασμα, που αποτελεί ίσως ένα από τα άλματα στην ανθρώπινη σκέψη, είναι σαφές: Η Φυσική του μικρόκοσμου και η Κοσμολογία είναι δύο παράλληλες. Δύο παράλληλες, ωστόσο, που συγκλίνουν.

II. Η εκρηκτική γένεση του Σύμπαντος

Η διαστολή του Σύμπαντος

ΟΙ ΑΠΛΕΣ ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ έχουν μεγάλη σημασία για την επιστήμη, όπως συμβαίνει άλλωστε και στα πράγματα της ζωής. Διότι συχνά αποκαλύπτουν πτυχές ενός προβλήματος με αδύναμη ή και λανθασμένη την ερμηνεία. Ίδιον μιας σωστής παιδείας, οι απλές —και όχι βέβαια οι απλοϊκές— ερωτήσεις διδάσκουν και δοκιμάζουν βαθύτερα τις αντιλήψεις μας.

Μια τέτοια απλή ερώτηση, που οδηγεί σε ριζοσπαστικά συμπεράσματα για το Σύμπαν, είναι: Γιατί η νύχτα είναι σκοτεινή; Ή, ακριβέστερα, γιατί είναι ο ουρανός σκοτεινός τη νύχτα; «Αγαθόν και νυκτί πειθέσθαι», λέει ο Όμηρος· καλό είναι να ακούσομε τη νύχτα. Πράγματι: Η συνηθισμένη απάντηση, ότι η νύχτα είναι σκοτεινή επειδή ο Ήλιος δύει, δεν είναι ικανοποιητική. Σ' ένα Σύμπαν άπειρο και που υπάρχει από πάντα, η ματιά μας προς οποιαδήποτε κατεύθυνση θα συναντούσε την επιφάνεια ενός άστρου· ενός άλλου, δηλαδή, ήλιου. Ο ουρανός θα έπρεπε τότε, ακόμη και τη νύχτα, να λούζεται στο φως. Όπως σ' ένα απέραντο δάσος, που το μάτι μας, οπουδήποτε και αν στραφεί, συναντά τον κορμό ενός δέντρου· αν τα δέντρα βαφούν λευκά, τον παρατηρητή θα περιβάλλει ένα πάλλευκο σύνολο.

Μια πιο εκλεπτυσμένη ερμηνεία για το σκοτάδι της νύχτας είναι ότι το φως των άστρων φθάνει μέχρις εμάς εξασθενημένο, επειδή απορροφάται από την αραιή μεσοαστρική ύλη. Αλλά, τότε, θα έπρεπε αυτή η ύλη να θερμαίνεται και να επανεκπέμπει την ακτινοβολία. Το αποτέλεσμα, συνεπώς, θα ήταν το ίδιο.

Μόνο αν τα άστρα δεν υπάρχουν από πάντα, αλλά άναψαν το φως τους κάποια στιγμή στο σχετικά πρόσφατο παρελθόν, οι ερμηνείες αυτές έχουν κάποια βάση. Διότι τότε, είτε το φως από τα μακρινά άστρα δεν έχει φτάσει ακόμη στη Γη είτε η παρεμβαλλόμενη ύλη δεν έχει θερμανθεί αρκετά. Το σκοτάδι της νύχτας υποδεικνύει, δηλαδή, ότι το Σύμπαν έχει μιαν αρχή στον χρόνο.

Η απλή ερώτηση που αναφέραμε και που έμεινε στην ιστορία με το όνομα «παράδοξο του Olbers» διατυπώθηκε, ωστόσο, τον 19ο αιώνα. Και δεν μπορούσε, εκείνη την εποχή, να έχει τη σωστή απάντηση. Γιατί όλοι πίστευαν —και εξακολουθούσαν να το πιστεύουν μέχρι τις πρώτες δεκαετίες του 20ού αιώνα— ότι το Σύμπαν είναι αιώνιο και αμετάβλητο· ότι έτσι ήταν και έτσι θα είναι για πάντα. Το πρόβλημα κάποιας αρχής ή της γενέσεως του απασχολούσε μόνον τη μεταφυσική και τη θεολογία και όχι την επιστήμη.

Αυτή η εικόνα ανατράπηκε ριζικά από μια σπουδαία ανακάλυψη. Στην ανθρώπινη εμπειρία είναι γνωστό ένα φαινόμενο της Φυσικής που φέρει το όνομα «φαινόμενο Doppler». Σύμφωνα με αυτό, η συχνότητα ενός ήχου που ακούμε μεταβάλλεται σε συνάρτηση με την κίνηση της πηγής που τον εκπέμπει. Ο ήχος ενός αυτοκινήτου ή ενός τραίνου, για παράδειγμα, γίνεται οξύτερος ή βαρύτερος, ανάλογα με το αν πλησιάζουν ή απομακρύνονται από μας.

Με ανάλογο τρόπο συμπεριφέρεται και το φως. Αν η πηγή κινείται, το ηλεκτρομαγνητικό κύμα φθάνει στον παρατηρητή με διαφορετική συχνότητα —και, συνεπώς, με διαφορετικό μήκος κύματος— από αυτήν που εκπέμπεται. Έτσι, αν ένα άστρο πλησιάζει προς τη Γη, το φως του θα μετατοπισθεί προς την κυανή περιοχή του φάσματος· αν απομακρύνεται, το φως που δεχόμαστε θα μετατοπισθεί προς μεγαλύτερα μήκη κύματος, δηλαδή προς το ερυθρό.

Στηριγμένος σ' αυτό το απλό φαινόμενο —«ίσως το φως θα 'ναι μια νέα τυραννία, ποιος ξέρει τί καινούργια πράγματα θα δείξει»— ο αστρονόμος Hubble έφθασε, το 1929, σε μια επαναστατική διαπίστωση για το Σύμπαν: Ότι οι γαλαξίες απομακρύνονται! Πράγματι: Οι χαρακτηριστικές φασματικές γραμμές, στις οποίες το φως ενός άστρου αναλύεται, παρουσίαζαν μια διαρκή και αναμφισβήτητη μετατόπιση προς το ερυθρό. Μετατόπιση μάλιστα τόσο εντονότερη, όσο η απόσταση του γαλαξία στον οποίο ανήκε το άστρο ήταν μεγαλύτερη.

Όπως διαπίστωσε με μεθοδικότητα ο Hubble, η ταχύτητα με την οποία απομακρύνεται ένας γαλαξίας, είναι ανάλογη με την απόστασή του. Έτσι, ο σχετικά κοντινός γαλαξίας της Παρθένου απομακρύνεται με

ταχύτητα 11.200 km/sec, ενώ αυτός της Ύδρας με 61.000 km/sec. Οι μακρινοί κβάσαρ υπολογίζεται ότι απομακρύνονται με ταχύτητα που πλησιάζει αυτήν του φωτός!

Από πού, όμως, απομακρύνονται οι γαλαξίες; Ο αθεράπευτος εγωισμός μας θα έδιδε την απάντηση ότι απομακρύνονται από μας, από τον δικό μας Γαλαξία. Αυτό όμως αντιφάσκει με μια γενικά παραδεκτή κοσμολογική αρχή, που δέχεται την ομοιογένεια του Σύμπαντος και δεν αποδίδει καμιά ιδιαίτερη σημασία στον Γαλαξία μας.

Έτσι, οι πιθανοί κάτοικοι οποιουδήποτε γαλαξία θα έβλεπαν κι αυτοί τους άλλους γαλαξίες να απομακρύνονται, και μάλιστα με τον ίδιο απλό νόμο που διατύπωσε ο Hubble. Με ταχύτητα, δηλαδή, απομακρύνσεως ανάλογη προς την απόστασή τους. Όσο μακρύτερα είναι ο γαλαξίας, τόσο μεγαλύτερη είναι η ταχύτητα φυγής του. Κέντρο στο Σύμπαν δεν υπάρχει. Σε παλαιότερους καιρούς, ο Επιμενίδης ο Κρης είχε πει κάτι παρόμοιο: «Ούτε γάρ ήν γαί, ής μέσος ομφαλός ούτε θαλάσσης». Διότι, αν υπήρχε ομφαλός, «Θεοίς δήλος, θνητοίσι δ' άφαντος»· θα ήταν ορατός από τους θεούς, αφανής όμως στους θνητούς.

Το συμπέρασμα, πάντως, από την απομάκρυνση των γαλαξιών, που ακολουθεί τον απλό νόμο που περιγράψαμε, είναι συγκλονιστικό. Ζούμε σ' ένα Σύμπαν που διαστέλλεται! Το Σύμπαν δεν είναι στατικό, αλλά διαστέλλεται, δημιουργώντας διαρκώς και καινούργιο χώρο γύρω του. Ο ίδιος ο χώρος μεγαλώνει. Και καθώς η κατανομή των γαλαξιών γίνεται αραιότερη, δημιουργείται η εντύπωση ότι απομακρύνονται μεταξύ τους.

Το διαστελλόμενο Σύμπαν έχει πολλές αναλογίες με την επιφάνεια ενός μπαλονιού που φουσκώνει. Μικρά νομίσματα, προσκολλημένα στην επιφάνεια του, παριστάνουν τους γαλαξίες. Εμείς, οι παρατηρητές, μοιάζομε με ένα μυρμήγκι που κινείται μόνον στην επιφάνεια, χωρίς συναίσθηση της τρίτης διάστασης. Ο χώρος, δηλαδή, μέσα κι έξω από το μπαλόνι, δεν υπάρχει.

Καθώς το μπαλόνι φουσκώνει, τα νομίσματα, δηλαδή οι γαλαξίες, απομακρύνονται μεταξύ τους· και τούτο γιατί ο χώρος ανάμεσά τους μεγαλώνει. Επειδή μάλιστα κάθε νόμισμα-γαλαξίας περιβάλλεται από όλους τους άλλους, είναι εύκολο να ανάγει τον εαυτό του σε κέντρο διαστολής του Σύμπαντος. Κατά την εκτίμησή του τότε, όσο μακρύτερα βρίσκεται ένας άλλος γαλαξίας, τόσο γρηγορότερα απομακρύνεται.

Στην πραγματικότητα, ακριβώς όπως η επιφάνεια του μπαλονιού, το Σύμπαν μήτε κέντρο, μήτε πέρατα έχει. Ερωτήσεις όπως «τι υπάρχει πέρα από το Σύμπαν» ή «σε τι διαστέλλεται το Σύμπαν» είναι χωρίς νόημα.

Η Μεγάλη Έκρηξη

ΕΙΝΑΙ ΛΟΙΠΟΝ ΓΕΓΟΝΟΣ ΑΝΑΜΦΙΣΒΗΤΗΤΟ ότι οι γαλαξίες απομακρύνονται, και μάλιστα με τον απλό γραμμικό τρόπο που διατύπωσε ο Hubble. Τούτο όμως οδηγεί σε μια παραδοχή αναπότρεπτη. Ότι κάποια στιγμή στο μακρινό παρελθόν, οι γαλαξίες είχαν μια κοινή εκκίνηση. Όλη, δηλαδή, η ύλη και η ενέργεια του Σύμπαντος —η φωτεινή ακτινοβολία, οι γαλαξίες, οι πλανήτες, η αρχέγονη ύλη στο σώμα του αναγνώστη ή του συγγραφέα αυτού του βιβλίου- ήταν συγκεντρωμένα σ' ένα σημείο! Ένα σημείο, την αρχή του παντός, που είχε άπειρη πυκνότητα και θερμοκρασία.

«Ήμαστε όλοι εκεί», γράφει σαρκαστικά ο Ίταλο Καλβίνο. «Πού αλλού άλλωστε, θα μπορούσαμε να υπάρχουμε; Ότι ήταν δυνατόν να υπάρχει διάστημα, ακόμα δεν το ξέραμε. Το ίδιο και όσον αφορά στον χρόνο... Κάθε σημείο του καθενός μας συνέπιπτε με το κάθε σημείο των άλλων, σ' ένα μοναδικό σημείο...».

Στο σημείο αυτό το υπέρπυκνο ή, στην καλύτερη περίπτωση, σ' αυτή την αδιανόητη κοσμική σφαίρα, κάποια στιγμή και για λόγους που δεν γνωρίζουμε, έγινε μια τρομακτική έκρηξη. Από αυτήν τη Μεγάλη Έκρηξη, την περιώνυμη πια ως Big Bang, προήλθε το σημερινό Σύμπαν. Η φυγή των γαλαξιών οφείλεται στην τεράστια ορμή που απέκτησε η αρχέγονη ύλη κατά την έκρηξη· και που, ακόμη και σήμερα, είναι ικανή να υπερνικά τις δυνάμεις έλξεως ανάμεσα στους γαλαξίες.

Συγκεκριμένο σημείο που έγινε η έκρηξη δεν μπορεί να νοηθεί· όπως δεν νοείται και κέντρο στο Σύμπαν. Η Μεγάλη Έκρηξη έγινε ταυτόχρονα και παντού, σε όλα τα σημεία του χώρου. Ο ίδιος ο χώρος και ο χρόνος δημιουργούνται τη στιγμή της Μεγάλης Εκρήξεως. Η σκηνή, δηλαδή, του δράματος δημιουργείται ταυτόχρονα με το δράμα. Αυτή η βασική αρχή, που συνάγεται από τη Γενική Θεωρία της Σχετικότητας, μας απαλλάσσει από ενοχλητικές ερωτήσεις για το τί έγινε ή τί υπήρχε «πριν». Τίποτα δεν υπήρχε και τίποτα δεν έγινε πριν, αφού ο χώρος και ο χρόνος δεν ήταν υπάρχουσες οντότητες.

Ένα σύντομο χρονικό του Σύμπαντος

ΌΠΩΣ ΥΠΟΛΟΓΙΖΕΤΑΙ ΕΥΚΟΛΑ από τον νόμο του Hubble, η Μεγάλη Έκρηξη πρέπει να έλαβε χώρα πριν από 15 περίπου δισεκατομμύρια

χρόνια. Αυτή είναι η χρονική στιγμή μηδέν. Από απειροελάχιστες διαστάσεις, το Σύμπαν αρχίζει να διαστέλλεται με τρομακτική ταχύτητα. Ταυτόχρονα με τη διαστολή, αρχίζει και η συνεχής ψύξη του. Κάθε φορά που το μέγεθος του Σύμπαντος διπλασιάζεται, η θερμοκρασία του ελαττώνεται στο μισό.

Χρησιμοποιώντας τη Θεωρία της Σχετικότητας και τους νόμους της Θερμοδυναμικής, είναι δυνατόν να εντοπισθούν τα σπουδαιότερα στάδια αυτής της διαστολής. Το θεωρητικό πρότυπο που διαμορφώθηκε έτσι, ενώ συμπληρώνεται ή και αναιρείται σε ορισμένα σημεία του από νεώτερες αντιλήψεις, έχει στο γενικό του πλαίσιο ισχύ αναμφισβήτητη.

Ας περιγράψουμε συνοπτικά την αργή, όσο και μεγαλειώδη αυτή πορεία του Σύμπαντος προς τη σημερινή του εικόνα. Ένα μόλις δευτερόλεπτο μετά τη Μεγάλη Έκρηξη, η θερμοκρασία, από άπειρη που ήταν, πέφτει στα 10 δισεκατομμύρια βαθμούς· χίλιες φορές μεγαλύτερη από αυτήν που παράγεται σε μια έκρηξη υδρογονοβόμβας. Στη θερμοκρασία αυτή, τα αρχέγονα υλικά σωματίδια —το γενικόλογο υποδηλώνει και την άγνοια μας— έχουν ήδη διασπαστεί σε πρωτόνια και νετρόνια. Το νεαρό Σύμπαν, με ακτίνα μερικές δεκάδες έτη φωτός, περιέχει επίσης ηλεκτρόνια και ποζιτρόνια, που διαρκώς συγκρούονται και εξαϋλώνονται σε φως. Αντίστροφα, η φωτεινή ακτινοβολία διαρκώς μετατρέπεται σε ύλη.

Τα βασικά, συνεπώς, συστατικά του Κόσμου —πρωτόνια, νετρόνια και ηλεκτρόνια— είναι ήδη παρόντα. Παρόντα είναι επίσης τα νετρίνα, διεισδυτικά σωματίδια με απειροελάχιστη ή μηδενική μάζα, που θα πρέπει να αφθονούν και στο σημερινό Σύμπαν.

Εκατό δευτερόλεπτα μετά τη Μεγάλη Έκρηξη, η θερμοκρασία έχει πέσει στο ένα δισεκατομμύριο βαθμούς, όση περίπου και στο εσωτερικό θερμών αστέρων. Οι συνθήκες είναι κατάλληλες για να σχηματισθούν, από πρωτόνια και νετρόνια, οι πυρήνες του δευτερίου και κυρίως του ηλίου· είναι τα πρώτα μετά το υδρογόνο στοιχεία του περιοδικού συστήματος. Η «πυρηνοσύνθεση» αυτή δεν διαρκεί περισσότερο από 15 λεπτά και είναι, ασφαλώς, λειψή. Οι πυρήνες των υπόλοιπων στοιχείων που απαντώνται στο Σύμπαν δημιουργούνται μεταγενέστερα, στο εσωτερικό των αστέρων.

Στη μεγάλη χρονική περίοδο που ακολουθεί την πυρηνοσύνθεση, δεν φαίνεται να συμβαίνει τίποτα αξιοσημείωτο. Το Σύμπαν διαστέλλεται και ψύχεται, ενώ η ύλη εξακολουθεί τη συνεχή αλληλεπίδραση της με την ακτινοβολία.

Στην «ηλικία» των 700.000 χρόνων, η διάμετρος του Σύμπαντος είναι χίλιες φορές μικρότερη από τη σημερινή, και η θερμοκρασία του γύρω

στους 3.000 βαθμούς. Τότε σχηματίζονται τα πρωταρχικά άτομα˙ προς τούτο, τα ηλεκτρόνια συλλαμβάνονται σε καθορισμένες τροχιές γύρω από τους πυρήνες. Τα άτομα του υδρογόνου και του ηλίου κάνουν έτσι την εμφάνισή τους και από τότε δεσπόζουν στη σύσταση του Σύμπαντος.

Τα άτομα όμως είναι ηλεκτρικώς ουδέτερα, και έτσι οι αλληλεπιδράσεις του φωτός με την ύλη γίνονται πολύ δύσκολες. Το φως αποδεσμεύεται από την ύλη και αρχίζει τη μοναχική του περιπλάνηση στο Σύμπαν. Είναι το ίδιο, όπως θα δούμε, που φθάνει ώς εμάς σήμερα, αποτελώντας έναν αψευδή μάρτυρα της Μεγάλης Εκρήξεως.

Ο καιρός περνά και 3 δισεκατομμύρια χρόνια μετά την αρχική έκρηξη σχηματίζονται οι κβάσαρ, που παρατηρούνται σήμερα με ισχυρά τηλεσκόπια στις εσχατιές του Σύμπαντος· είναι οι αρχέγονοι γαλαξίες. Ο δικός μας και οι άλλοι γαλαξίες σχηματίζονται υπό την επίδραση του βαρυτικού πεδίου, 7 δισεκατομμύρια χρόνια μετά τη Μεγάλη Έκρηξη. Οι λεπτομέρειες του σχηματισμού τους αποτελούν, ακόμη και σήμερα, πρόβλημα άλυτο.

Τέλος, πριν από 5 δισεκατομμύρια χρόνια, και ενώ το Σύμπαν έχει ήδη την υπολογίσιμη ηλικία των 10 δισεκατομμυρίων ετών, από κάποια τοπική συγκέντρωση ύλης στον Γαλαξία μας γεννιέται με αργή διαδικασία ο Ήλιος. Από το ίδιο νεφέλωμα που σχημάτισε τον Ήλιο αποσπώνται, λίγο αργότερα, κομμάτια ύλης που θα εξελιχθούν στους πλανήτες. Ένας απ' αυτούς, η Γη, θα αναδειχθεί ικανός να φιλοξενήσει το φαινόμενο της ζωής.

Γιατί πιστεύουμε στη Μεγάλη Έκρηξη

ΣΤΗΝ ΠΟΛΥ ΜΕΓΑΛΗ ΠΛΕΙΟΝΟΤΗΤΑ ΤΟΥΣ, οι επιστήμονες πιστεύουν σήμερα στο θεωρητικό πρότυπο που στηρίζεται στη Μεγάλη Έκρηξη. Ασφαλώς, η απομάκρυνση των γαλαξιών είναι μια πολύ σοβαρή ένδειξη για την ορθότητα του˙ αλλά δεν είναι αρκετή. Είναι χαρακτηριστικό ότι μια άλλη θεωρία, η θεωρία της «σταθερής κατάστασης», επικρατούσε για πολλά χρόνια. Αυτή δεχόταν ότι το Σύμπαν δεν είχε αρχή και ότι καινούργια ύλη, που δημιουργείται συνεχώς, συμπληρώνει τα κενά από την απομάκρυνση των γαλαξιών. Τι οδήγησε λοιπόν σε αδιαμφισβήτητη κυριαρχία τη θεωρία της Μεγάλης Εκρήξεως, έτσι ώστε σήμερα η ισχύς της να χαρακτηρίζεται ανάλογη με αυτήν της Νευτώνειας Μηχανικής;

Κατ' αρχήν, η συνηγορία της Γενικής Θεωρίας της Σχετικότητας. Οι εξισώσεις, πράγματι, με τις οποίες περιγράφηκε η δομή του κόσμου από

τη μεγαλοφυία του Αϊνστάιν, προβλέπουν τη σύγκλιση όλων των σημείων του χωροχρόνου σε μια μαθηματική «ανωμαλία». Κι αυτή ταυτίζεται με το σημείο μηδέν της Μεγάλης Εκρήξεως. Είναι μάλιστα δραματικό το γεγονός ότι ο ίδιος ο Αϊνστάιν, αρνούμενος να δεχθεί φιλοσοφικά ένα διαστελλόμενο Σύμπαν, εισήγαγε μια αυθαίρετη σταθερά στις εξισώσεις του, που απέκλεισε τη δυνατότητα αυτής της διαστολής.

Εκτός όμως από την εγκυρότητα της Γενικής Θεωρίας της Σχετικότητας, υπάρχουν δύο σοβαρές πειραματικές ενδείξεις που υποστηρίζουν τη θεωρία της Μεγάλης Εκρήξεως. Η πρώτη απ' αυτές αναφέρεται στην περίοδο της πυρηνοσύνθεσης, που οδήγησε, όπως είδαμε, στον σχηματισμό των πρώτων στοιχείων του περιοδικού συστήματος. Και έχει ως βάση το εντυπωσιακό γεγονός ότι, παρά τη φαινομενική ποικιλία της, η ύλη στο σημερινό Σύμπαν αποτελείται κατά 75% από υδρογόνο· το ήλιο συνιστά το 22-23%, ενώ βαρύτερα στοιχεία (π.χ. οξυγόνο, άζωτο ή ο σίδηρος), τα όποια είναι τόσο οικεία στην ανθρώπινη ζωή, δεν συνιστούν πάνω από 2-3% της ύλης του Σύμπαντος!

Οι πυρήνες όμως του ηλίου σχηματίσθηκαν από την ένωση δύο πρωτονίων και δύο νετρονίων, τα πρώτα 15 λεπτά μετά τη Μεγάλη Έκρηξη. Τότε και μόνον τότε ήταν ευνοϊκές οι ενεργειακές συνθήκες γι' αυτήν την πυρηνική διαδικασία. Με βάση τους νόμους της Πυρηνικής Φυσικής, είναι ωστόσο δυνατόν να υπολογίσει κανείς το ποσοστό του ηλίου που παρήχθη μ' αυτόν τον τρόπο. Οι υπολογισμοί, ως εκ θαύματος, συμφωνούν με την πραγματική τιμή που ανευρίσκεται σήμερα στο *Σύμπαν* και παρέχουν, έστω έμμεσα, το πρώτο «πειραματικό» στήριγμα στο θεωρητικό πρότυπο.

Το δεύτερο στήριγμα αναφέρεται σε μια ανακάλυψη από τις εντυπωσιακότερες στην ιστορία της επιστήμης. Είδαμε ότι, όταν το Σύμπαν είχε ηλικία 700.000 χρόνων, και ενώ διαρκώς διαστέλλεται και ψύχεται, η φωτεινή ακτινοβολία παύει να αλληλεπιδρά με την ύλη. Ο θεωρητικός φυσικός —και παράλληλα γνωστός εκλαϊκευτής της επιστήμης— G. Gamow και οι συνεργάτες του υπολόγισαν ότι αυτή η φωτεινή ακτινοβολία, που ταξιδεύει έκτοτε ελεύθερα στο Σύμπαν, πρέπει να έχει σήμερα μια θερμοκρασία περίπου τριών βαθμών Κέλβιν (3 Κ)· λίγο δηλαδή πάνω από το απόλυτο μηδέν. Οι υπολογισμοί τους πέρασαν σχεδόν απαρατήρητοι, επειδή τότε —κατά τα μέσα του αιώνα μας— λίγοι πίστευαν στη δημιουργία του Σύμπαντος από μια αρχική υπέρθερμη σφαίρα.

Η ιστορική ανακάλυψη, όπως γίνεται συχνά στη Φυσική, ήρθε σχεδόν τυχαία. Το 1965 οι A. Penzias και R. Wilson προσπαθούσαν με μια ευαίσθητη κεραία να εντοπίσουν τα σήματα ενός τεχνητού δορυφόρου. Δια-

πίστωσαν όμως ότι, οπουδήποτε και αν έστρεφαν την κεραία, συνελάμβαναν μια σταθερή και ανεξήγητη ακτινοβολία στις συχνότητες μικροκυμάτων. Στην αρχή απέδωσαν τη διάχυτη αυτή ακτινοβολία σε πειραματικό «θόρυβο» ή στις αναπότρεπτες ακαθαρσίες αθώων περιστεριών που είχαν τη φωλιά τους στην κεραία. Μήτε όμως ο λεπτομερής έλεγχος της συσκευής, μήτε η θυσία των περιστεριών προς χάριν της επιστήμης, μείωσαν την ένταση της ακτινοβολίας. Η σταθερή και ισότροπη παρουσία της υποδείκνυε ότι είχε εξωγαλαξιακή προέλευση. Η σωστή ερμηνεία δόθηκε γρήγορα, και ήταν συγκλονιστική: Η ακτινοβολία αυτή είναι το φως που αποδεσμεύθηκε από την ύλη, δισεκατομμύρια χρόνια πριν. Και φθάνει σήμερα σε μας -ένα είδος απολιθώματος από το παρελθόν- από μακρινές περιοχές του Σύμπαντος. Λόγω ακριβώς της διαστολής του χώρου, η συχνότητα της ακτινοβολίας έχει μετατοπισθεί από τη φωτεινή περιοχή στις συχνότητες μικροκυμάτων. Είναι πια ένα «ψυχρό» φως, που αντιστοιχεί σε θερμοκρασία 3 K· όση, δηλαδή, και η θεωρητική πρόβλεψη που βασίσθηκε στη γένεση του Σύμπαντος από μια υπέρθερμη σφαίρα. Όπως η ζέστη σ' ένα σβησμένο τζάκι, η ασθενική ακτινοβολία μικροκυμάτων πιστοποιεί την ύπαρξη μιας λαμπρότατης φωτιάς στο παρελθόν.

ΙΙΙ. Ύλη και δυνάμεις στο πρωτογενές Σύμπαν

Οι θεμελιώδεις δυνάμεις του κόσμου

Ο ΘΕΟΣ ΜΠΟΡΕΙ ΝΑ ΕΙΝΑΙ ΠΕΡΙΠΛΟΚΟΣ, *αλλά όχι κακεντρεχής*», έγραψε ο Αϊνστάιν. Πράγματι, και παρά τη φαινομενική πολυπλοκότητα των φυσικών φαινομένων, οι θεμελιώδεις δυνάμεις που ρυθμίζουν τα του Κόσμου είναι μόνον τέσσερις. Μια, δε, και εξασκούνται ανάμεσα σε σωματίδια ύλης ή ενέργειας, ονομάζονται ακριβέστερα και αλληλεπιδράσεις. Οι τέσσερις θεμελιώδεις αλληλεπιδράσεις, όπως θα το περίμενε κανείς, διαφέρουν αισθητά ως προς τις ιδιότητες αλλά και τον ρόλο τους.

Τις δυο από τις αλληλεπιδράσεις γνωρίζουμε πολύ καλά από τη ζωή την καθημερινή. Η πιο οικεία είναι η βαρύτητα. Η βαρυτική αλληλεπίδραση κυριαρχεί στον μεγάκοσμο. Είναι αυτή που κρατά σε ισορροπία τους πλανήτες στις σταθερές τροχιές τους περί τον Ήλιο ή ρυθμίζει την κίνηση ενός τεχνητού δορυφόρου. Είναι η ίδια επίσης που συγκρατεί, αυτή ελπίζω και όχι η ευγένεια, το παρόν βιβλίο στα χέρια του αναγνώστη.

Η βαρυτική δύναμη εξασκείται ανάμεσα σε όλα ανεξαιρέτως τα σώματα και είναι πάντοτε ελκτική. Είναι μάλιστα ικανή να προκαλέσει καμπύλωση στο φως το ίδιο! Την καμπύλωση αυτή του φωτός, που απετέλεσε έναν θρίαμβο της Γενικής Θεωρίας της Σχετικότητας, επιβεβαίωσαν οι μετρήσεις μιας αποστολής στην Αφρική κατά την έκλειψη Ηλίου του 1919. Η τηλεγραφική αναγγελία του σημαντικού για την επιστήμη γεγονότος έχει την αυστηρή λιτότητα του επιστημονικού λόγου: «Η θεωρία

του Αϊνστάιν επιβεβαιώθηκε πλήρως. Η προβλεφθεισα μετατόπιση ήταν 1"72 και η παρατηρηθείσα 1"75 ± 06».

Ηχεί ίσως περίεργα, αλλά η βαρυτική δύναμη είναι η ασθενέστερη σε ένταση από τις τέσσερις. Είναι οι μεγάλες μάζες που την κάνουν να κυριαρχεί στον μεγάκοσμο. Στα φαινόμενα του μικρόκοσμου, η επίδρασή της είναι σχεδόν αμελητέα.

Η δεύτερη αλληλεπίδραση, η γνωστή από την καθημερινή εμπειρία, είναι η ηλεκτρομαγνητική. Αυτή οδηγεί τα κύματα τηλεοράσεως στα σπίτια —και ως προς τούτο δεν πρέπει να θεωρείται ευεργετική— αλλά και ενυπάρχει στη ρίζα κάθε άλλου τεχνολογικού επιτεύγματος του καιρού μας. Σε αντίθεση με τη βαρύτητα, έχει ανάγκη τα ηλεκτρικά φορτία για να εκδηλωθεί· είναι δε άλλοτε ελκτική, άλλοτε απωστική. Η ηλεκτρομαγνητική δύναμη συγκρατεί τα ηλεκτρόνια στις τροχιές τους γύρω από τον πυρήνα και κυριαρχεί, συνεπώς, στο μοριακό ή βιολογικό επίπεδο.

Οι υπόλοιπες δύο από τις αλληλεπιδράσεις αφορούν κατά βάση στον υποατομικό κόσμο. Η ισχυρή, όπως προδίδει και το όνομά της, είναι η ισχυρότερη από όλες· από τη βαρύτητα, π.χ., κατά έναν αριθμό που ακολουθείται από 40 μηδενικά! Η ισχυρή δύναμη είναι εκείνη που συγκρατεί, και προφανώς πολύ συνεκτικά μεταξύ τους, τα πρωτόνια και τα νετρόνια στον πυρήνα των ατόμων. Ανεπαίσθητη στην καθημερινή εμπειρία, η ισχυρή αλληλεπίδραση είναι όρος απαραίτητος για την ύπαρξη και τη σταθερότητα της ύλης.

Η τέταρτη, τέλος, από τις αλληλεπιδράσεις του φυσικού κόσμου, η λεγόμενη ασθενής, δεν έχει εκ πρώτης όψεως προθέσεις αγαθές. Διότι είναι αυτή που προκαλεί τη ραδιενεργό διάσπαση των πυρήνων. Συμμετέχει όμως επίσης στις πυρηνικές διαδικασίες στον Ήλιο, που έχουν ως αποτέλεσμα την ευεργετική του ακτινοβολία. Όπως και η ισχυρή, γίνεται αισθητή στις διαστάσεις του υποατομικού κόσμου.

Η επίδραση των τεσσάρων αυτών αλληλεπιδράσεων απλώνεται, σαν ένας τεράστιος ιστός, από τον μικρόκοσμο σε όλη την έκταση του Σύμπαντος. Δεν είναι όμως μόνον η ισχύς τους ή τα σωμάτια στα οποία εκδηλώνονται, που είναι διαφορετικά: Διάφορες είναι και οι σφαίρες επιρροής τους. Πράγματι, η εμβέλεια των ισχυρών και ασθενικών δυνάμεων περιορίζεται στα 10^{-12} cm, δεν ξεπερνά δηλαδή τα όρια του μικρόκοσμου. Η εμβέλεια της βαρύτητας, είναι, εν τούτοις, άπειρη· συνεπώς, μεγάλη και η σφαίρα επιρροής της, όταν οι μάζες είναι μεγάλες. Η ηλεκτρομαγνητική, παρ' όλο που και αυτή έχει εμβέλεια άπειρη, περιορίζεται στο ατομικό ή, το πολύ, στο μοριακό επίπεδο. Ο λόγος είναι ότι, πέραν του ατομικού κόσμου, συνήθως έχει να κάνει κανείς με σώματα ηλεκτρικώς ουδέτε-

ρα. Ανάμεσα, ας πούμε στον Ήλιο και στη Γη, η ηλεκτρομαγνητική δύναμη είναι, γι' αυτόν και μόνον τον λόγο, μηδενική.

Ο ιστός λοιπόν των αλληλεπιδράσεων, ενώ απλώνεται σ' όλο το Σύμπαν, είναι ιδιαίτερα πυκνός στις ατομικές διαστάσεις. Εκεί, με λεπτά και ισχυρότατα νήματα, διαπλέκονται οι τρεις από τις αλληλεπιδράσεις. Η βαρύτητα αφήνεται να δεσπόζει μόνη της στον μεγάκοσμο. Και δεν είναι περίεργο ότι αυτή αποτελεί την κινητήρια δύναμη στον σχηματισμό των γαλαξιών και των αστέρων.

Οι δομικοί λίθοι του Σύμπαντος

ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΗ ΚΑΤΑΝΟΗΣΗ ΤΟΥ ΦΥΣΙΚΟΥ ΚΟΣΜΟΥ είναι ανάγκη, εκτός από τις θεμελιώδεις αλληλεπιδράσεις, να αναλύσει κανείς και το πρωτογενές επίπεδο στο οποίο εκδηλώνονται. Να απαντήσει, συνεπώς, στο ερώτημα, ποιοι είναι οι δομικοί λίθοι του Σύμπαντος, τα έσχατα δηλαδή συστατικά της ύλης.

Το ερώτημα αυτό, παλιό όσο και ο ανθρώπινος πολιτισμός, έχει τον τελευταίο αιώνα απαντήσεις που δεν διαφέρουν, ως προς τη φιλοσοφική τουλάχιστον αντίληψη, από αυτήν που έδωσε ο Δημόκριτος. Πράγματι, με την εξέλιξη της Χημείας, τα άτομα, στοιχειώδη συστατικά της ύλης που δεν «τέμνονται» άλλο, επεβλήθησαν σαν μια αναπόδραστη ανάγκη. Η διερεύνηση της δομής του ατόμου στις αρχές του 20ού αιώνα συμπέρανε ότι τα άτομα αποτελούνται από έναν συνεκτικότατο, βαρύ πυρήνα και από ηλεκτρόνια που περιφέρονται περί αυτόν υπό την επίδραση της ηλεκτρομαγνητικής δυνάμεως. Η αποκάλυψη, στη συνέχεια, της δομής του ίδιου του πυρήνα, επίτευγμα θεωρητικά όσο και πειραματικά αξιοθαύμαστο, μετέθεσε την έσχατη σύνθεση της ύλης σε ακόμη βαθύτερο επίπεδο. Διαπιστώθηκε ότι ο πυρήνας συνίσταται από πρωτόνια και νετρόνια. Αυτά τώρα, μαζί με το ηλεκτρόνιο, αποτελούσαν τα στοιχειώδη συστατικά της ύλης. Για την πληρότητα της εικόνας, έπρεπε απλώς στα στοιχειώδη σωμάτια να προστεθεί και η ελάχιστη δυνατή ποσότητα -το κβάντο- της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας, δηλαδή το φωτόνιο. Ας σημειωθεί ότι τα αυστηρά όρια μεταξύ ύλης και ενέργειας είχαν ήδη καταργηθεί από την Ειδική Θεωρία της Σχετικότητας.

Η ειδυλλιακή αυτή εικόνα για τον μικρό αριθμό των στοιχειωδών συστατικών της ύλης δεν έμελλε, ωστόσο, να διατηρηθεί επί πολύ. Πρώτα στις κοσμικές ακτίνες που φθάνουν στη Γη από το διάστημα και, στη συνέχεια, με την κατασκευή μεγάλων επιταχυντών, ανιχνεύθηκαν αρκετές

εκατοντάδες καινούργια «στοιχειώδη» σωματίδια. Προς τιμήν μάλιστα της αρχαίας Ελληνικής επιστήμης, στα περισσότερα απ' αυτά εδόθησαν γράμματα ή ονόματα ελληνικά.

Τα σωματίδια αυτά είχαν ποικίλες μάζες και ιδιότητες. Τα βαρύτερα αλληλεπιδρούσαν ισχυρά και επονομάσθηκαν —από την αρχαία ελληνική λέξη «αδρός»— αδρόνια. Μια άλλη κατηγορία, τα λεπτονια, είχαν μάζες πολύ μικρότερες, ήσαν λίγα στον αριθμό, και υπέκειντο στην ασθενή αλληλεπίδραση.

Η Φυσική, και μάλλον αναπάντεχα, είχε βρεθεί μπροστά σ' ένα χάος σωματιδίων. Ως δε αυτό να μην ήταν αρκετό, το χάος έμελλε να διπλασιασθεί. Μια σπουδαία θεωρητική πρόβλεψη, ότι στο κάθε σωματίδιο αντιστοιχούσε ένα αντι-σωματίδιο, ίδιο και απαράλλακτο ως προς τη μάζα αλλά με ηλεκτρικό φορτίο αντίθετο, επιβεβαιώθηκε πανηγυρικά από τα πειράματα. Το πρωτόνιο είχε ως εικόνα κατοπτρική το αντιπρωτόνιο, το ποζιτρόνιο ήταν το αντισωματίδιο του ηλεκτρονίου, στο Λ-σωμάτιο αντιστοιχούσε ένα αντι-λάμδα. Εξαίρεση δεν υπήρχε για κανένα από τα εκατοντάδες σωμάτια. Στην ύλη, με λίγα λόγια, αντιστοιχούσε η αντιύλη!

Αν η πίστη στην απλότητα και τη συμμετρία του Κόσμου δεν ήταν έμμονη ιδέα των φυσικών, το αδιέξοδο από την πολυπλοκότητα της εικόνας φαινόταν οριστικό. Επίμονες, ωστόσο, θεωρητικές αναζητήσεις και πειράματα αποκατέστησαν, αυτή τη φορά σε ακόμη βαθύτερο επίπεδο, τη βασική απλότητα στη δομή της ύλης: Το πρωτόνιο και το νετρόνιο, καθώς και τα εκατοντάδες άλλα αδρόνια που παρήγοντο στους επιταχυντές, αποδείχθηκε ότι δεν ήσαν θεμελιώδη· ήσαν και αυτά σύνθετα σωμάτια! Πράγματι θεμελιώδη, «άτμητα» και πάλι, ήσαν μόνον έξι σωματίδια· και, βέβαια, τα έξι αντισωματίδιά τους. Αυτή τη φορά, από ένα μυθιστόρημα του James Joyce, τα θεμελιώδη αυτά σωματίδια ονομάσθηκαν κουάρκ (quarks), λέξη παράξενη και χωρίς ιδιαίτερο νόημα.

Από συνδυασμούς τριών κουάρκ ή ενός κουάρκ και ενός αντικουάρκ συνθέτονται όλα τα γνωστά αδρόνια· με παρόμοιο τρόπο, όπως από συνδυασμούς ατόμων δημιουργούνται τα μόρια. Η συνηθισμένη μάλιστα ύλη χρησιμοποιεί μόνο δύο από τα έξι «είδη» κουάρκ. Μια τριάδα κουάρκ (τα δύο ταυτόσημα) αρκεί για να συνθέσει το πρωτόνιο· μια άλλη τριάδα συνθέτει το νετρόνιο. Η ύπαρξη «ειδών» κουάρκ, που δεν φαίνονται να παίρνουν μέρος στη σύσταση της συνήθους ύλης, αποτελεί ένα βαθύ αίνιγμα. Ίσως να είναι απλώς υπολείμματα της κοσμογονίας.

Ενώ όμως υπάρχει βεβαιότητα για το ότι συνθέτουν την πυρηνική ύλη, μέχρι στιγμής τουλάχιστον, κουάρκ δεν έχουν βρεθεί ελεύθερα στο Σύμπαν! Είναι εγκλωβισμένα, και απ' ό,τι φαίνεται για πάντα, μέσα στα

πρωτόνια ή τα νετρόνια. Αν έζησαν ελεύθερα, θα ήταν για απειροελάχιστες στιγμές αμέσως μετά τη Μεγάλη Έκρηξη. Σήμερα, είναι αδύνατο να αποχωρισθούν από την τριαδική τους δομή. Γιατί, σύμφωνα με τις σύγχρονες θεωρίες, η ισχυρή αλληλεπίδραση που τα συνδέει γίνεται τότε άπειρης ισχύος. Όπως παρατηρεί επιγραμματικά ο Γ. Ηλιόπουλος, «το τίμημα της ελευθερίας είναι άπειρο».

Όσον αφορά στη δομή των λεπτονίων, τα πράγματα απεδείχθησαν ευτυχώς πολύ απλούστερα: Απ' όσα μέχρι στιγμής βεβαιώνουν τα πειράματα, τα λεπτόνια είναι πράγματι θεμελιώδη σωματίδια· εσωτερική σύσταση δεν έχουν. Και υπάρχουν πάλι έξι λεπτόνια, σε απόλυτη και συμμετρική αντιστοιχία με τα κουάρκ. Το ηλεκτρόνιο είναι το πιο σπουδαίο από τα λεπτόνια, μια και είναι το μόνο που συμμετέχει στην ατομική δομή. Το φαντασματικό νετρίνο, σωματίδιο με μηδενική ή σχεδόν μηδενική μάζα —καταδικασμένο άρα να ταξιδεύει πάντα με την ταχύτητα του φωτός- και χωρίς ηλεκτρικό φορτίο, είναι και αυτό λεπτόνιο. Πρέπει να αφθονεί στο Σύμπαν και να έπαιξε σπουδαίο ρόλο στην εξέλιξη του. Ωστόσο, λόγω της πολύ ασθενικής του αλληλεπιδράσεως με την ύλη, είναι εξαιρετικά δύσκολο να ανιχνευθεί. Υπολογίζεται ότι αυτή τη στιγμή περνούν από το κεφάλι του αναγνώστη —και, βέβαια, δημοκρατικότατα και από το κεφάλι του συγγραφέα- περί τα 10^{12} νετρίνα, που ανεμπόδιστα εξέρχονται από το άλλο άκρο της Γης.

Τα θεμελιώδη, λοιπόν, συστατικά της ύλης είναι λίγα τον αριθμό: έξι κουάρκ και έξι λεπτόνια. Και ακόμη λιγότερα -δύο από τα κουάρκ και το ηλεκτρόνιο- αυτά που η συνηθισμένη ύλη χρησιμοποιεί για τη δόμησή της. Αν η εικόνα είναι οριστική, είναι λίγο νωρίς να συμπεράνει κανείς. Εφ' όσον όμως οι αλληλεπιδράσεις ανάμεσα στα σωματίδια είναι διακριτές και μόνον τέσσερις, η εικόνα, προς το παρόν τουλάχιστον, αρχίζει πάλι να είναι απλή και συμμετρική. Αυτό που απομένει για την κατανόηση του Σύμπαντος είναι ο τρόπος που τα σωματίδια αυτά της ύλης επενεργούν μεταξύ τους και με τις δυνάμεις που αναφέραμε.

Όπως πιστεύουμε σήμερα, τούτο γίνεται μέσω των λεγόμενων φορέων: ενδιαμέσων δηλαδή των αλληλεπιδράσεων, που είναι κι αυτά σωματίδια ύλης ή ενέργειας. Περίπου όπως μια μπάλα του τέννις που ανταλλάσσεται ανάμεσα σε δύο παίκτες, οι «φορείς» ανταλλάσσονται μεταξύ των κουάρκ ή των λεπτονίων. Είναι λοιπόν αυτονόητο ότι σε κάθε αλληλεπίδραση αντιστοιχεί ένας φορέας. Το γνωστό φωτόνιο είναι, έτσι, ο φορέας της ηλεκτρομαγνητικής αλληλεπιδράσεως· η ανταλλαγή του ανάμεσα στα φορτισμένα ηλεκτρόνια ή τα κουάρκ δημιουργεί την ηλεκτρική άπωση ή έλξη. Την ασθενή δύναμη μεταβιβάζει το σωμάτιο W, που η πει-

ραματική του επιβεβαίωση έγινε μόνο πρόσφατα. Το γλοιόνιο —περίεργη λέξη που σημαίνει ιδιότητες συγκολλητικές— είναι ο φορέας που ανταλλάσσεται ανάμεσα στα κουάρκ· και, συνεπώς, το υπεύθυνο για την ισχυρή αλληλεπίδραση.

Η βαρύτητα, τέλος, έχει ως φορέα το βαρυτόνιο. Το βαρυτόνιο είναι πολύ δύσκολο να ανιχνευθεί πειραματικά, αφού η βαρυτική αλληλεπίδραση είναι τόσον ασθενική. Δεν υπάρχουν όμως πολλές αμφιβολίες για την ύπαρξή του. Είναι εντυπωσιακό να σκεφθεί κανείς ότι ένα μήλο πέφτει στο έδαφος ή η Γη έλκεται από τον Ήλιο, επειδή βαρυτόνια ανταλλάσσονται ανάμεσα στα στοιχειώδη σωματίδια που, σε αριθμό ασύλληπτο, συνιστούν τα σώματα αυτά.

Η ενοποίηση των αλληλεπιδράσεων

ΈΝΑ ΟΝΕΙΡΟ ΤΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ, που εν πολλοίς φαίνεται αδικαιολόγητο, υπήρξε πάντα η ενοποίηση των τεσσάρων θεμελιωδών αλληλεπιδράσεων. Η διαμόρφωση, δηλαδή, ενός ενιαίου μαθηματικού σχήματος, ικανού να περιγράφει το σύνολο αλλά και την κάθε αλληλεπίδραση χωριστά, ως ειδική περίπτωση. Όσο και αν τούτο φαίνεται τολμηρό, έχει ένα προηγούμενο. Ενώ ο μαγνητισμός και ο ηλεκτρισμός είναι στην επιφάνεια φαινόμενα διαφορετικά, εν τούτοις συνιστούν μια και μόνη αλληλεπίδραση· και περιγράφονται με απόλυτη ακρίβεια από τέσσερις εξισώσεις, τις κομψές εξισώσεις Maxwell του ηλεκτρομαγνητισμού. Στην επιδίωξη για την ενοποίηση των αλληλεπιδράσεων ανάλωσε μεγάλο μέρος της ζωής του ο ίδιος ο Αϊνστάιν και άλλη δικαιολόγηση η επιδίωξη αυτή δεν έχει, από την πίστη στη βαθύτερη συμμετρία και απλότητα του φυσικού κόσμου. Είναι λοιπόν αξιοσημείωτο ότι, τα τελευταία ιδίως χρόνια, η προσπάθεια για την ενοποίηση των αλληλεπιδράσεων έχει ήδη να επιδείξει εντυπωσιακή πρόοδο.

Ο μηχανισμός, πρώτα-πρώτα, των αλληλεπιδράσεων φαίνεται να είναι κοινός, αφού κατά βάσιν στηρίζεται στην ανταλλαγή ενός «φορέα» ανάμεσα στα στοιχειώδη σωματίδια. Οι ιδιότητες του φορέα αυτού, που άλλοτε έχει μάζα ή φορτίο, άλλοτε όχι, δίδουν στην κάθε αλληλεπίδραση τον διακριτό χαρακτήρα της. Τούτο όμως συμβαίνει όσο οι ενέργειες των σωματιδίων είναι αυτές του σημερινού Σύμπαντος· σε υψηλότερες ενέργειες, οι φορείς των αλληλεπιδράσεων θ' αρχίσουν να προσομοιάζουν μεταξύ τους. Τότε οι αλληλεπιδράσεις αποκτούν την ίδια ισχύ και μπορούν να περιγραφούν με την ίδια μαθηματική γλώσσα.

Ένα θεωρητικό πρότυπο, που διαμορφώθηκε με βάση την αντίληψη αυτήν, επεχείρησε να ενοποιήσει κατ' αρχήν την ασθενή με την ηλεκτρομαγνητική δύναμη. Η πειραματική ανακάλυψη του φορέα W (που άλλοτε έχει ηλεκτρικό φορτίο, άλλοτε όχι) απετέλεσε, το 1982, έναν θρίαμβο της θεωρίας. Διότι η μάζα αλλά και οι ιδιότητες του σωματίου αυτού -που μπορεί να ονομασθεί και «βαρύ φωτόνιο»- είχαν προβλεφθεί με ακρίβεια. Η ενιαία «ηλεκτρασθενής» αλληλεπίδραση καθιερώθηκε πανηγυρικά και γέννησε τη βεβαιότητα για τη διεύρυνση της.

Πράγματι, οι επίμονες θεωρητικές αναζητήσεις οδήγησαν, σύντομα, στη διατύπωση των Μεγάλων Ενοποιητικών Θεωριών (Grand Unified Theories), που ενοποιούν την ηλεκτρασθενή πλέον δύναμη με την ισχυρή. Η ονομασία περιέχει κάποια υπερβολή, διότι η βαρύτητα ανθισταται ακόμη πεισματικά στο ενοποιητικό σχήμα.

Η ενοποίηση, ωστόσο, προβλέπεται να συμβαίνει όταν τα σωματίδια αποκτούν ενέργεια 10^{13} φορές μεγαλύτερη απ' όση παρέχουν σήμερα οι γήινοι επιταχυντές. Για τον πειραματικό έλεγχο της θεωρίας, απαιτείται ένας επιταχυντής που θα έφθανε μέχρι τα κοντινά αστέρια· και παρόμοιος επιταχυντής είναι μάλλον ανέφικτος.

Αυτό που απέμενε ήταν μια αυτονόητη κατεύθυνση. Οι Μεγάλες Ενοποιητικές Θεωρίες διερευνήθηκαν, ως προς τις εφαρμογές τους, στις συνθήκες που επικρατούσαν κατά τα πρώτα κλάσματα του δευτερολέπτου μετά τη Μεγάλη Έκρηξη. Τότε ακριβώς που η ενέργεια του «πειράματος» για τη δημιουργία του Σύμπαντος ήτανε αυτή που απαιτεί η θεωρία για την ενοποίηση των τριών τουλάχιστον αλληλεπιδράσεων.

Οι πρώτες στιγμές της κοσμογονίας

ΜΕ ΤΙΣ ΜΕΓΑΛΕΣ ΕΝΟΠΟΙΗΤΙΚΕΣ ΘΕΩΡΙΕΣ, η κοσμολογική έρευνα ενισχύθηκε αναπάντεχα από το διαμετρικό της αντίθετο, τη Φυσική του μικρόκοσμου. Η εικόνα που αναδύεται από την εκπληκτική αυτή σύνθεση έχει συνέπεια, αλλά και ομορφιά αισθητική. Οι πρώτες στιγμές της κοσμογονίας —και όσο και αν αυτό κρύβει επιστημονική οίηση— είναι πια γνωστές με σχετική ακρίβεια. Και ερωτήματα που αφορούν στη δομή του σημερινού Κόσμου —π.χ. η ανυπαρξία σ' αυτόν αντιύλης— έγινε δυνατόν να απαντηθούν με πειστικότητα.

Το απώτατο, λοιπόν, παρελθόν του Σύμπαντος, που εκτείνεται σε ένα μόλις εκατοστό του δευτερολέπτου μετά τη Μεγάλη Έκρηξη, κυριαρχείται από τις αλληλεπιδράσεις των θεμελιωδών σωματιδίων. Παρ' όλο δε

που είναι ένα παρελθόν στιγμιαίο, μπορεί να διακριθεί σε κάποιες βασικές περιόδους.

Η πρώτη περίοδος ονομάζεται και «εποχή της κβαντικής βαρύτητας». Και είναι μια «εποχή» κατ' ευφημισμόν, αφού διαρκεί από τη χρονική στιγμή μηδέν μέχρι το απειροελάχιστο 10^{-43}sec. Η θερμοκρασία, από άπειρη που ήταν, πέφτει στα 10^{32} K. Επειδή η ενέργεια που αντιστοιχεί σ' αυτήν τη θερμοκρασία είναι κολοσσιαία, οι αλληλεπιδράσεις πρέπει να ήσαν ενοποιημένες. Τα της δημιουργίας, δηλαδή, ρυθμίζει μια και μόνη δύναμη· και υπήρχε ένα είδος σωματίου. Επειδή όμως δεν έχει διαμορφωθεί ακόμη η πλήρης ενοποιητική θεωρία —η βαρύτητα, όπως είδαμε, είναι δύσκολο να ενταχθεί σ' αυτήν— δεν γνωρίζουμε τι ακριβώς συνέβη. Σαφής, πάντως, διάκριση του χώρου και του χρόνου δεν υπήρχε˙ και είναι πιθανόν ότι το Σύμπαν μόλις υπερέβαινε το μέγεθος ενός ατόμου.

Η αμέσως επόμενη περίοδος, από 10^{-43} έως 10^{-35} sec, είναι η εποχή της μεγάλης ενοποιήσεως. Η βαρύτητα έχει αποχωρισθεί από τις τρεις άλλες δυνάμεις. Βαριά αρχέγονα σωματίδια —κάποια κοινή πιθανόν μορφή των κουάρκ και των λεπτονίων— με ίσο αριθμό αντισωματιδίων τους, κι ακόμη φωτόνια και νετρίνα, συνιστούν το κοσμικό ρευστό. Οι αλληλεπιδράσεις στο ρευστό αυτό έχουν έναν ρυθμό φρενιτιώδη.

Ένα σημαντικό γεγονός σφραγίζει την περίοδο που ακολουθεί, από 10^{-35} έως 10^{-12} sec. Είναι η εποχή εξαφανίσεως της αντιύλης. Το ότι η αντιύλη «λάμπει διά της απουσίας» της στο σημερινό Σύμπαν είναι γεγονός αναμφισβήτητο, όσο και παράδοξο. Πράγματι, αντιπρωτόνια, αντινετρόνια ή ακόμη και αντιάτομα δεν φαίνεται να υπάρχουν στο ηλιακό μας σύστημα, ούτε σε κάποια περιοχή του Γαλαξία μας. Διότι τότε, μεγάλες ποσότητες ακτινοβολίας θα επρόδιδαν τις συγκρούσεις σωματιδίων με τα αντισωματίδιά τους και την αναπόφευκτη εξαΰλωσή τους. Την πιθανότητα, βέβαια, ενός ολόκληρου γαλαξία —ή και ενός άλλου Σύμπαντος!— από αντιύλη δεν μπορεί να την αποκλείσει κανείς. Οπτικά, πάντως, ο γαλαξίας αυτός δεν θα διέφερε από έναν «κανονικό» γαλαξία, αρκεί να μην υπήρχαν κοινές περιοχές ύλης-αντιύλης. Είναι όμως η πιθανότητα αυτή πολύ πιο χρήσιμη στους συγγραφείς επιστημονικής φαντασίας, απ' ό,τι στους ίδιους τους φυσικούς.

Αν όμως υποθέσει κανείς —και είναι μια υπόθεση αισθητικά και φιλοσοφικά ελκυστική— ότι στο Σύμπαν υπήρχε αρχικά ίσος αριθμός σωματιδίων και αντισωματιδίων, είναι ανάγκη να ερμηνεύσει την επελθούσα έκτοτε κυριαρχία της ύλης. Τούτο φαίνεται να έχει τη ρίζα του στην απειροελάχιστη ακριβώς περίοδο που ακολουθεί την εποχή της κβαντικής βαρύτητας. Στην αρχή της περιόδου αυτής, και ενώ η θερμοκρασία είναι

10^{27} K, η ισχυρή αλληλεπίδραση διαχωρίζεται από την ηλεκτρασθενή. Τα αρχέγονα σωματίδια διασπώνται σε κουάρκ και αντικουάρκ, λεπτόνια και αντιλεπτόνια. Κατά τις πολύπλοκες αυτές διαδικασίες και επειδή οι ενέργειες είναι τεράστιες, οι Μεγάλες Ενοποιητικές Θεωρίες προβλέπουν ότι η αρχική συμμετρία ύλης-αντιύλης διαταράσσεται ελαφρά, προς όφελος της ύλης. Τούτο οφείλεται στην παραβίαση μιας συμμετρίας της Φυσικής, που έχει να κάνει με το ότι OL φυσικοί νόμοι για τα σωματίδια και αντισωματίδια δεν είναι ακριβώς οι ίδιοι. Είναι μία ελάχιστη, αλλά ενδιαφέρουσα παραβίαση —όπως κάποιο σημαδάκι στο συμμετρικό πρόσωπο μιας γυναίκας- που καταλήγει, κατά αγαθή μας τύχη, σε μια μικρή περίσσεια κουάρκ. Έτσι, ενώ τα περισσότερα κουάρκ, καθώς το Σύμπαν διαστέλλεται και ψύχεται, εξαϋλώνονται συγκρουόμενα με αντικουάρκ, όσα δεν έχουν εκρηκτικό σύντροφο θα παραμείνουν εν ζωή. Είναι αυτά ακριβώς που θα αποτελέσουν, ύστερα από επίμονες διαδικασίες στον χώρο και τον χρόνο, την «ύλη» του σημερινού Σύμπαντος: Τα άστρα, τους πλανήτες και μας τους ίδιους. Το φως, σ' όλη την έκταση του φάσματος του, αποτελεί την άλλη βασική συνιστώσα του Σύμπαντος.

Όπως υπολογίζεται μάλιστα, ένα νουκλεόνιο ύλης —ένα πρωτόνιο, δηλαδή, ή ένα νετρόνιο— αναλογεί σήμερα σε ένα δισεκατομμύριο φωτόνια. Είναι μια αναλογία που σταθεροποιείται αμέσως μετά τον σχηματισμό του ηλίου και χαρακτηρίζει το Σύμπαν. Στην υπέρθερμη περίοδο των πρώτων εκατοντάδων χιλιάδων χρόνων, τα φωτόνια όχι μόνον είναι κατά πολύ περισσότερα των νουκλεονίων, αλλά συνεισφέρουν και περισσότερο στο ενεργειακό περιεχόμενο του Σύμπαντος. Η ενέργεια υπό μορφήν ακτινοβολίας είναι μεγαλύτερη από την ενέργεια που περικλείεται στην ύλη. Το Σύμπαν διανύει μια περίοδο φωτοκρατίας. Ίσως η φράση «εν αρχή ήν το Φως» δεν κρύβει και μεγάλη υπερβολή.

Καθώς το Σύμπαν διαστέλλεται και η θερμοκρασία διαρκώς πέφτει, η ασθενής δύναμη αποχωρίζεται από την ηλεκτρομαγνητική. Και οι τέσσερις δυνάμεις είναι πια διακριτές και αναλαμβάνει η κάθε μια τον ειδικό ρόλο της στο Σύμπαν. Τα κουάρκ, και για το πρώτο ένα δισεκατομμυριοστό του δευτερολέπτου, είναι ακόμη ελεύθερα, ενώ τα φωτόνια και λεπτόνια διαρκώς αλληλεπιδρούν με την ύλη. Ο μετασχηματισμός των φωτονίων σε ηλεκτρόνια και ποζιτρόνια είναι κοινός τόπος. Το ότι το φως γίνεται ύλη και αντίστροφα δεν είναι ίσως εύκολα νοητό από τον αναγνώστη. Αποτελεί, ωστόσο, μια καθημερινή πραγματικότητα στα πειραματικά εργαστήρια.

Στο τέλος του πρώτου δευτερολέπτου, τα κουάρκ έχουν εγκλωβιστεί σε αδρόνια· δηλαδή, κυρίως σε πρωτόνια και νετρόνια. Εκεί θα παραμεί-

νουν φυλακισμένα για πάντα, αδιάσπαστα και αμετάβλητα. Τα κουάρκ που ενυπάρχουν στο σώμα μας -στους πυρήνες των ατόμων που το αποτελούν- σχηματίσθηκαν, συνεπώς, κατά το πρώτο δευτερόλεπτο της κοσμογονίας. Παρ' όλο δε που στον μακροχρόνιο βίο τους έχουν αλλάξει ή και θα αλλάξουν πολλές φορές περιβάλλοντα χώρο, τα κουάρκ φαίνονται αποφασισμένα να υπάρχουν, όσο το Σύμπαν υπάρχει. Ότι τα κουάρκ του σώματος μας ζουν από πάντα και θα ζουν αιώνια, αποπνέει ασφαλώς μια συγκλονιστική αίσθηση αθανασίας. Λίγο, όμως, ικανή να ανακουφίσει την ψυχή μας.

Σε ένα δευτερόλεπτο, λοιπόν, από τη Μεγάλη Έκρηξη, ακριβώς όσο ένας άνθρωπος να ανοιγοκλείσει τα μάτια του, OL βασικές συνιστώσες και τα υλικά για την εξέλιξη του Σύμπαντος έχουν ήδη δημιουργηθεί: τα αδρόνια, τα λεπτόνια και οι τέσσερις αλληλεπιδράσεις.

Ο σχηματισμός του ηλίου —η πυρηνοσύνθεση— είναι μια διαδικασία που διαρκεί λίγα μόνον λεπτά. Έκτοτε, όμως, απαιτούνται εκατοντάδες χιλιάδες χρόνια για να υπάρξουν τα πρώτα ουδέτερα άτομα. Από την προϊστορία, το Σύμπαν εισέρχεται τώρα στην ιστορία του. Διότι, μια και το φως δεν αλληλεπιδρά πια με την ύλη, από αυτήν την περίοδο και μετά είναι δυνατόν να έχουμε απευθείας παρατηρήσεις. Το Σύμπαν χαρακτηρίζεται από διαφάνεια.

Την έναρξη, όμως, της «ιστορικής» περιόδου χαρακτηρίζει και ένα άλλο σημαντικό γεγονός. Από την κυριαρχία της ακτινοβολίας, το Σύμπαν περνά στην κυριαρχία της ύλης. Τούτο οφείλεται στο ότι, καθώς το Σύμπαν διαστέλλεται, τα φωτόνια κρυώνουν και συνεχώς χάνουν ενέργεια. Ενώ, λοιπόν, εξακολουθούν σε αριθμό να είναι πάντα ένα δισεκατομμύριο φορές περισσότερα από τα βαρυόνια, η σταθερή ενέργεια των τελευταίων κάποια στιγμή υπερισχύει. Σήμερα, το Σύμπαν περικλείει πολύ περισσότερη ενέργεια υπό μορφήν ύλης, απ' όσον υπό μορφήν ακτινοβολίας. Αυτονόητο όσο κι αν φαίνεται, ζούμε στην εποχή της υλοκρατίας.

Με τον σχηματισμό των πρώτων ατόμων και την απαρχή κυριαρχίας της ύλης —700.000 χρόνια μετά τη Μεγάλη Έκρηξη— το Σύμπαν, έχοντας εξασφαλίσει κάποια ύπαρξη, δεν φαίνεται πια να βιάζεται. Η βαρύτητα σιγά-σιγά κυριαρχεί στον μεγάκοσμο, ενώ οι άλλες τρεις δυνάμεις περιορίζονται στον μικροκοσμικό χώρο. Για την εξέλιξη του Σύμπαντος προς τη σημερινή δομή του, που διαρκεί δισεκατομμύρια χρόνια —απ' ό,τι φαίνεται όμως και για το μακροπρόθεσμο μέλλον του— αποκλειστικά σχεδόν υπεύθυνη είναι η βαρύτητα.

Τούτων δοθέντων, δεν έχει άδικο ο S. Weinberg, όταν δίδει την ακόλουθη συνταγή για την παρασκευή του Σύμπαντος:

«Λαμβάνετε ένα νουκλεόνιο για κάθε δισεκατομμύριο φωτόνια και έναν μικρό αριθμό λεπτονίων.
Σε κάποια χρονική στιγμή θερμάνετε τα σε μια θερμοκρασία τόσο μεγαλύτερη από την παρούσα θερμοκρασία των 3 Κ, όσο το σημερινό μέγεθος του Σύμπαντος είναι μεγαλύτερο από το τότε μέγεθος του.
Ανακατέψτε καλά, ώστε τα ποικίλα είδη των σωματιδίων να κατανεμηθούν όπως απαιτεί η θερμοδυναμική ισορροπία. Τοποθετήστε τα υλικά σ' ένα σύμπαν που διαστέλλεται, με ρυθμό διαστολής που επιβάλλεται από το βαρυτικό τους πεδίο. Μετά από αρκετά μεγάλη αναμονή, το μείγμα θα καταλήξει στο παρόν Σύμπαν».

Αν ο αναγνώστης επιμένει να δοκιμάσει τη συνταγή, ας επιδιώξει απλώς να φτιάξει ένα Σύμπαν καλύτερο.

Όσο και αν τα παραπάνω φαίνονται τολμηρά ή και απίστευτα, το γεγονός παραμένει. Η γνώση των αλληλεπιδράσεων του φυσικού κόσμου και, κυρίως, η προβλεπόμενη σύγκλιση τους σε υψηλές ενέργειες παρέχουν πολλές πληροφορίες για τις πρώτες στιγμές της δημιουργίας. Μια εικόνα συνεπής και απλή αναδύεται. Ο S. Glashow, ένας από τους φυσικούς που διαμόρφωσαν τις σχετικές θεωρίες, την παρομοιάζει μ' ένα φίδι που τρώει την ουρά του. Αυτό το παλαιό, πράγματι, κοσμολογικό σύμβολο, εκφράζει με ενάργεια το εντυπωσιακό κλείσιμο του κενού ανάμεσα στον μεγάκοσμο και τον μικρόκοσμο. Απομένει μόνον να κατανοηθεί το απειροελάχιστο χρονικό διάστημα κοντά στην κοσμογονική αρχή, οπότε η βαρύτητα ενοποιείται με τις άλλες τρεις δυνάμεις.

Ο S. Hawking, σπουδαίος θεωρητικός φυσικός που εργάζεται ακριβώς στη θεωρία της κβαντικής βαρύτητας, γράφει ότι, «αν ανακαλύψουμε μια πλήρη ενιαία θεωρία, σύντομα θα γίνει κατανοητή στις γενικές της αρχές από οποιονδήποτε, όχι μόνον από λίγους φυσικούς. Τότε θα μπορούμε όλοι, φυσικοί και απλοί άνθρωποι, να συμμετάσχουμε στη συζήτηση του γιατί συμβαίνει να υπάρχει το Σύμπαν και εμείς...». Το δραματικό είναι ότι ο Hawking «συμμετέχει» κατ' ευφημισμόν στη συζήτηση. Διότι, παράλυτος από τα φοιτητικά του χρόνια από μια σπάνια ασθένεια των νεύρων, έχασε πριν από λίγα χρόνια και τη φωνή του. Επικοινωνεί μ' έναν ειδικό υπολογιστή, προσαρτημένο στην αναπηρική του καρέκλα. Οι λέξεις που επιλέγει με τα δάκτυλά του προβάλλονται στην οθόνη, αγωνιώδεις αναζητήσεις των τελικών απαντήσεων και σύμβολα του εν δυνάμει ανθρώπινου μεγαλείου.

Το πληθωρισμικό Σύμπαν ή η διαστολή της διαστολής

Το ΠΡΟΤΥΠΟ ΤΗΣ ΜΕΓΑΛΗΣ ΕΚΡΗΞΕΩΣ, όπως εμπλουτίσθηκε από τη θεωρία για την ενοποίηση των αλληλεπιδράσεων, δεν παραμένει ασφαλώς χωρίς σημαντικά προβλήματα. Ένα από αυτά ακούει στο χαρακτηριστικό όνομα «το πρόβλημα του ορίζοντα», και έχει να κάνει με την ομοιογένεια που παρατηρείται στο Σύμπαν το ότι δηλαδή σε μεγάλη κλίμακα, η κατανομή των γαλαξιών φαίνεται κανονική. Πράγμα παράξενο, γιατί η γρήγορη διαστολή του Σύμπαντος δεν ήταν δυνατόν να επιτρέψει στις απομακρυσμένες περιοχές του να επικοινωνήσουν και να εξελιχθούν με όμοιο τρόπο. Αυτή την τύχη έχει ανά πάσα στιγμή μία μόνον περιοχή, που λέγεται αιτιακή και που περικλείεται από έναν «ορίζοντα». Με δεδομένο ότι καμιά φυσική πληροφορία δεν μεταδίδεται γρηγορότερα από το φως, ο ορίζοντας καθορίζεται ακριβώς από την απόσταση που έχει διανύσει το φως στον συγκεκριμένο χρόνο.

Το πρόβλημα του ορίζοντα εμφανίζεται εναργέστερο στην κοσμική ακτινοβολία μικροκυμάτων. Οποιαδήποτε κατεύθυνση του ουρανού και αν διερευνηθεί, η θερμοκρασία της ακτινοβολίας ευρίσκεται σταθερή και ίση με 3 Κ. Αυτή η εντυπωσιακή ισοτροπία είναι ανεξήγητη. Διότι είδαμε ότι η ακτινοβολία ταξιδεύει προς εμάς για 15 περίπου δισεκατομμύρια χρόνια. Δύο, όμως, αντιδιαμετρικά σημεία του ουρανού απέχουν σήμερα 30 δισεκατομμύρια έτη φωτός. Δεν είναι, συνεπώς, δυνατόν να είχαν καμιά επικοινωνία. Πώς συμβαίνει, λοιπόν, αυτές οι ασύνδετες περιοχές να έχουν την ίδια θερμοκρασία;

Το πρόβλημα αυτό δεν είναι το μόνο. Ανεξήγητη είναι και η ανυπαρξία «μαγνητικών μονόπολων», μεμονωμένων δηλαδή βόρειων ή νότιων μαγνητικών πόλων. Θεωρητικά, προβλέπεται να υπάρχουν, ακριβώς όπως υπάρχει μόνο του ένα θετικό ή αρνητικό ηλεκτρικό φορτίο. Η πειραματική αναζήτηση των μονόπολων δεν έδωσε, εν τούτοις, μέχρι σήμερα καμιά πειστική ένδειξη για την ύπαρξή τους.

Οι αδυναμίες που αναφέραμε αντιμετωπίζονται με μια τολμηρή ιδέα. Η ιδέα αυτή διατυπώθηκε τα τελευταία χρόνια από τον A. Guth και αναθεωρεί το πρότυπο της Μεγάλης Εκρήξεως μόνο για κάποια απειροελάχιστα κλάσματα του δευτερολέπτου. Στο διάστημα αυτό εκδηλώνεται ένας αιφνίδιος πληθωρισμός. Ο επίκαιρος αυτός όρος εκφράζει το γεγονός ότι το Σύμπαν, και για ένα κρίσιμο κλάσμα του δευτερολέπτου μετά τη γένεση του, υπέστη μια ιλιγγιώδη διαστολή, πολύ ταχύτερη από τη συνήθη του. Είναι τότε (στα 10^{-36} sec), που η ισχυρή αλληλεπίδραση αποχω-

ρίζεται από τις άλλες δύο και η μεταξύ τους συμμετρία διαρρηγνύεται. Κάθε μία από τις περιοχές του χώρου φούσκωσε, όπως μια φυσαλλίδα, κατά έναν τεράστιο συντελεστή, που υπερβαίνει ίσως το 10^{30}. Σαν μέτρο σύγκρισης, το Σύμπαν δεν πρέπει, κατά τα τελευταία 10 δισεκατομμύρια χρόνια, να μεγάλωσε την ακτίνα του περισσότερο από 10^{5} φορές.

Από τη διαστολή μιας παρόμοιας «αιτιακής» περιοχής —διαστολή που υπήρξε αρχικά τρομακτική, αλλά γρήγορα απέκτησε κανονικό ρυθμό- προήλθε το σημερινό ορατό Σύμπαν. Έτσι το πρόβλημα του ορίζοντα δεν υφίσταται. Διότι όλο το ορατό Σύμπαν προήλθε από την εξέλιξη μιας μόνον περιοχής του χώρου, που υπολογίζεται μάλιστα ότι δεν υπερέβαινε σε διαστάσεις τα 10^{25} cm. Υπήρχε, συνεπώς, άφθονος χρόνος και η δυνατότητα να αποκτήσει ομοιογένεια και θερμοκρασιακή ισορροπία. Μήτε η απουσία μαγνητικών μονόπολων στο σημερινό Σύμπαν φαίνεται περίεργη. Δεν είναι ανύπαρκτα, αλλά απλώς εξαιρετικά σπάνια σωματίδια. Διότι διεσπάρησαν σε όλο τον χώρο κατά τη φρενιτιώδη διαστολή.

Τολμηρή, όμως, όπως είναι η θεωρία του πληθωρισμικού Σύμπαντος, έχει και εξίσου τολμηρές συνέπειες. Είναι δηλαδή ενδεχόμενο, το δικό μας το Σύμπαν να είναι ένα μόνο από τα πολλά σύμπαντα που δημιουργήθηκαν κατά τη στιγμή της ιλιγγιώδους διαστολής· το καθένα προερχόμενο από την διαστολή μιας και μόνον αιτιακής περιοχής. Ο συνολικός αριθμός των συμπάντων αυτών μπορεί να προσεγγίζει το 10^{78}! Το ενδεχόμενο δίκαια αποκλήθηκε από έναν αστροφυσικό «ακραία Κοπερνικεια αρχή». Δεν φτάνει, δηλαδή, που η Γη εκτοπίστηκε από το κέντρο του ηλιακού συστήματος· δεν φτάνει ότι, όπως αποδείχθηκε αργότερα, ο Ήλιος δεν βρίσκεται στο κέντρο του Γαλαξία μας και ότι ο Γαλαξίας αυτός είναι ένας ανάμεσα σε δισεκατομμύρια άλλους. Ίσως θα πρέπει να συμφιλιωθούμε με την ιδέα ότι και το ίδιο το Σύμπαν είναι ένα από τα δισεκατομμύρια δισεκατομμυρίων άλλα. Και με αυτά τα άλλα σύμπαντα, και παρ' όλο που ξεκίνησαν από την ίδια αρχή, το δικό μας είναι καταδικασμένο να μην επικοινωνήσει ποτέ.

Η ιδέα, άλλωστε, της πληθωρισμικής διαστολής δίδει ενδεχομένως μιαν απάντηση στα αρχέγονα ερωτήματα για το «πριν» και την «αιτία» της δημιουργίας. Όταν η ισχυρή δύναμη αποχωρίζεται από τις άλλες δύο —απειροελάχιστα κοντά στη χρονική στιγμή μηδέν— συμβαίνει μια «μετατροπή φάσεως». Ανάλογη μ' αυτήν που παρατηρείται στο νερό όταν, καθώς ψύχεται, καταστρέφει κάποια στιγμή τη συμμετρία του και μετατρέπεται σε κρυστάλλους πάγου. Σ' αυτές τις περιπτώσεις, επειδή η κατάσταση ισορροπίας είναι επισφαλής, καθώς η θερμοκρασία του «κενού» Σύμπαντος μειώνεται, είναι δυνατόν να εκλυθούν κατά τρόπο αναπάντε-

χο τεράστια ποσά ενέργειας. Είναι μια ενέργεια που προέρχεται ουσιαστικά από το τίποτα, και που εξ αυτής εκπορεύεται στη συνέχεια η κολοσσιαία ποσότητα ύλης και ακτινοβολίας του Σύμπαντος. Η δημιουργία, λοιπόν, του Σύμπαντος φαίνεται δυνατή σχεδόν εκ του μηδενός. Όπως ειπώθηκε, η απάντηση στο ερώτημα, γιατί να υπάρχει κάτι ενώ θα 'πρεπε να μην υπάρχει τίποτε είναι ίσως ότι «το κάτι υπάρχει επειδή το τίποτα, δηλαδή το κενό, είναι ασταθές».

IV. Η εξέλιξη του Σύμπαντος και ο πολυτάραχος βίος των αστέρων

Ο σχηματισμός των γαλαξιών

ΌΠΩΣ ΕΙΔΑΜΕ, τα στοιχειώδη σωμάτια και οι αλληλεπιδράσεις τους συντελούν αποφασιστικά στην κατανόηση των πρώτων στιγμών της Δημιουργίας. Είναι τότε που οι τέσσερις κοσμικές δυνάμεις, στην αρχή ενοποιημένες, πολύ γρήγορα όμως διακριτές, είχαν την ευθύνη για την οργάνωση της ύλης σε πρώτο επίπεδο. Έτσι, η ισχυρή δύναμη φυλακίζει ανά τριάδες τα κουάρκ σε πρωτόνια και νετρόνια˙ και πάλι η ισχυρή δύναμη, αλλά με τη συνεργία αυτή τη φορά και της ασθενούς, συγκροτεί από πρωτόνια και νετρόνια πυρήνες ηλίου και λιγοστό δευτέριο.

Αφού εξαντληθεί έτσι, και μάλλον με φτωχά αποτελέσματα, η πυρηνοσύνθεση, αναλαμβάνει τον ρόλο της η ηλεκτρομαγνητική δύναμη: Τα ηλεκτρόνια δεσμεύονται σε τροχιές περί τους πυρήνες και συνιστούν τα άτομα. Έχουν περάσει εκατοντάδες χιλιάδες χρόνια από τη Μεγάλη Έκρηξη, η θερμοκρασία διαρκώς πέφτει και το διαστελλόμενο Σύμπαν αποτελείται κυρίως από άτομα υδρογόνου και ηλίου.

«Από την άποψη της οργάνωσης της ύλης, η πρώτη ημέρα», γράφει χαρακτηριστικά ο Λ. Οικονόμου, «δεν πήγε και τόσο καλά. Αντί των 92 διαφορετικών ατόμων που είναι δυνατόν να σχηματισθούν, δημιουργήθηκαν μόνον δύο: Το υδρογόνο και το ήλιο. Έτσι, η πρώτη ημέρα φαίνεται εκ πρώτης όψεως να αποτελεί τη Μεγάλη Χαμένη Ευκαιρία για να δημιουργηθεί ένα Σύμπαν με δυνατότητες εξέλιξης σε ανώτερες μορφές υλικής οργάνωσης».

Η ευκαιρία που χάθηκε έπρεπε να αποκατασταθεί· κι αυτή τη φορά με τη μεσολάβηση της βαρύτητας. Η δύναμη αυτή, ασθενέστατη ανάμεσα στα στοιχειώδη σωμάτια, και συνεπώς χωρίς κανέναν προφανή ρόλο στα πρώτα στάδια εξέλιξης του Σύμπαντος, κυριαρχεί εφεξής. Η άπειρη εμβέλεια της είναι προς τούτο καθοριστική.

Ας συνοψίσουμε πάλι την εικόνα: Μετά την πρώτη φάση της δημιουργίας, το Σύμπαν αποτελείται από ένα τεράστιο νέφος υδρογόνου με ικανές προσμίξεις ηλίου. Το νεφέλωμα του Ωριωνα, που με το τηλεσκόπιο μπορεί να το δει κανείς πανέμορφο στον ουρανό, είναι ένα παρόμοιο νέφος. Υπό την επίδραση τώρα της βαρύτητας, στο αρχέγονο νέφος αρχίζουν να εκδηλώνονται μικρές μεταβολές. Γιατί, παρ' όλο που η βαρυτική έλξη μεταξύ μεμονωμένων ατόμων υδρογόνου είναι αμελητέα, οι τεράστιες συγκεντρώσεις ατόμων που συνιστούν το νέφος την καθιστούν υπολογίσιμη. Έτσι, αν μια τυχαία διακύμανση -και το τυχαίο εδώ περικλείει και την άγνοια μας- δημιουργήσει κάποια συσσώρευση ύλης σε μια περιοχή του νέφους, η συσσώρευση αυτή αποτελεί εφεξής κέντρο έλξεως για τα υπόλοιπα άτομα. Με τη συνεχή έλξη ατόμων, το κέντρο αυτό διαρκώς ισχυροποιείται και, όπως μια χιονοστιβάδα, αυξάνει σε ποσότητα και πυκνότητα ύλης. Επειδή παρόμοια ελκτικά κέντρα δημιουργούνται πολλά, το αρχικά ομοιόμορφο νέφος εξελίσσεται έτσι σε διάσπαρτες περιοχές συμπυκνώσεων ύλης. Οι συμπυκνώσεις αυτές αποτελούν τους πρωτογαλαξίες· τους προγόνους, δηλαδή, των σημερινών γαλαξιών. Νησίδες σ' έναν αδιάφορο ωκεανό αραιής ύλης, οι πρωτογαλαξίες παρέχουν βάσιμη την υπόσχεση ότι η ευκαιρία δεν χάθηκε οριστικά.

Ένα αστέρι γεννιέται

Η ΦΑΣΗ ΑΥΤΗ, στο τέλος της οποίας το Σύμπαν αποτελείται πλέον από διάσπαρτους πρωτογενείς γαλαξίες, διαρκεί μερικά δισεκατομμύρια χρόνια. Όπως όμως η αρχική ομοιομορφία του αρχέγονου νέφους παραβιάστηκε από τους πρωτογαλαξίες, έτσι και τυχαία υποσυμπυκνώματα ύλης σε κάθε πρωτογαλαξία παραβιάζουν την ομοιομορφία του και είναι οι πρόγονοι των αστέρων.

Ένα παρόμοιο υποσυμπύκνωμα, διαθέτοντας μεγαλύτερο βαρυτικό πεδίο από τη γύρω περιοχή, ισχυροποιείται διαρκώς. Κάποια στιγμή, αποσπάται από την υπόλοιπη μεσοαστρική ύλη. Σ' αυτήν την αεριώδη μάζα που αποσπάται, η βαρυτική δύναμη εξακολουθεί να συμπιέζει τα άτομα. Ένα κοινό φαινόμενο κάνει τώρα έκδηλη την παρουσία του. Κα-

θώς τα άτομα συγκρούονται μεταξύ τους, η κινητική τους ενέργεια μεγαλώνει¨ κι αυτό σημαίνει αύξηση της θερμοκρασίας.

Οι συγκρούσεις των ατόμων γίνονται, ωστόσο, συχνότερες όσο η πυκνότητα αυξάνει και η θερμοκρασία διαρκώς ανεβαίνει. Τα άτομα διεγείρονται και το αέριο φωτοβολεί στο χαρακτηριστικό μήκος κύματος του υδρογόνου.

Η μετατροπή της βαρυτικής ενέργειας σε θερμότητα συνεχίζεται, έτσι, επί πολύ και ο πρωτοαστέρας γίνεται ολοένα θερμότερος και πυκνότερος. Οι ηλεκτρονικοί φλοιοί των ατόμων αρχίζουν σχεδόν να εφάπτονται. Όταν η συνολική μάζα είναι μικρή -όπως για παράδειγμα σήμερα στον πλανήτη Δία- η απωστική δύναμη μεταξύ των ατόμων εξισορροπεί τη βαρυτική σύνθλιψη. Αν η μάζα, όμως, του πρωτοαστέρα είναι σχετικά μεγάλη, η βαρυτική σύνθλιψη επιμένει. Τα άτομα εισχωρούν το ένα μέσα στο άλλο και η υψηλή θερμοκρασία αποδεσμεύει τα ηλεκτρόνια από τους πυρήνες. Από τις συγκρούσεις των σωματιδίων και την ταχύτατη περιπλάνηση των ηλεκτρονίων ανάμεσα στους απογυμνωμένους πυρήνες, εκλύονται τεράστιες ποσότητες φωτός. Το εκπεμπόμενο φως δεν είναι πια το χαρακτηριστικό του υδρογόνου. Εκπέμπεται αρχικά στην περιοχή των ραδιοσυχνοτήτων και του υπερύθρου, καθώς όμως αυξάνει η ενέργεια των φωτονίων, μετατοπίζεται προς το ορατό ερυθρό. Περίλαμπρα προδίδοντας την ύπαρξη του, ένα πραγματικό άστρο έχει έτσι γεννηθεί.

Τα άστρα, λοιπόν, δεν γεννήθηκαν άπαξ και διά παντός. Γεννώνται συνεχώς, εξελίσσονται ή αφανίζονται σε χρονικές κλίμακες που ποικίλλουν από εκατομμύρια έως δισεκατομμύρια έτη. Εξαιτίας της διαφορετικής διάρκειας ζωής -τα μικρότερα, μάλιστα άστρα, ζουν πολύ περισσότερο!- οι γενεές επικαλύπτονται. Όσο υπάρχει διαθέσιμη ύλη στο πρωτογενές νέφος, η μια γενεά διαδέχεται την άλλη. Ένα μεγαλοπρεπές λίκνο αστέρων στον δικό μας Γαλαξία είναι το νεφέλωμα του Ωρίωνα, που εκτείνεται σε μήκος 17 ετών φωτός.

Τα νεογέννητα άστρα συνήθως σχηματίζουν σμήνη, που ύστερα από εκατομμύρια χρόνια διαχωρίζονται σε μικρότερες ομάδες. Οι Πλειάδες είναι ένα χαρακτηριστικό σμήνος αστέρων σε νηπιακή ηλικία. Ωστόσο, μόνον έξι από αυτούς διακρίνονται με γυμνό μάτι. Ο Σαίξπηρ, εν τούτοις, στον «Ερρίκο τον 4ο» περιγράφει τις Πλειάδες ως τους «επτά αστέρες», ενώ τον 19ο αιώνα ο Λόρδος Βύρων αναφέρεται σε ένα του ποίημα στη «χαμένη Πλειάδα, που δεν φαίνεται πια». Το νεαρό αστέρι -δείγμα ασταθούς συμπεριφοράς- είχε προφανώς εξαφανισθεί έναν αιώνα πριν.

Η κλασική λογοτεχνία ή ποίηση είναι, λοιπόν, αποκαλυπτική· και κά-

ποτέ, για λόγους που δεν αναφέρονται στη γνώση του ανθρώπου και της ψυχής του.

Ο θερμός βίος των αστέρων

Η ΝΗΠΙΑΚΗ ΠΕΡΙΟΔΟΣ ΤΟΥ ΑΣΤΡΟΥ δεν διαρκεί επί πολύ. Διότι η βαρυτική σύνθλιψη εξακολουθεί, και καθώς οι πυρήνες του υδρογόνου -τα πρωτόνια- είναι τώρα που συγκρούονται μεταξύ τους, η θερμοκρασία ανεβαίνει δραματικά και μια άλλη διαδικασία κυριαρχεί: Η σύνθεση πιο περίπλοκων πυρήνων. Το άστρο έχει μπει στην πυρηνική εποχή του. Το υδρογόνο κυριολεκτικά καίγεται σε μια θερμοκρασία γύρω στα 10 εκατομμύρια βαθμούς, σχηματίζοντας στην αρχή δευτέριο και στη συνέχεια ήλιο. Η πυρηνοσύνθεση, διαδικασία που εμφανίστηκε για λίγα μόνον λεπτά μετά τη Μεγάλη Έκρηξη, αναβιώνει τώρα και δεν πρόκειται να εγκαταλείψει στο εξής το κοσμικό παιχνίδι.

Ήδη το άστρο έχει τρόπο να αμυνθεί ενάντια στη δύναμη της βαρύτητας, που, ενώ το γέννησε, τείνει διαρκώς να το συντρίψει. Πράγματι, η πυρηνική καύση εκλύει τεράστια ποσά ενέργειας από το κέντρο του αστέρα και οι πιέσεις που δημιουργούνται συγκρατούν τη βαρυτική σύνθλιψη. Η συρρίκνωση της ύλης παύει, ο αστέρας σταθεροποιείται σε μέγεθος και για πολλά εκατομμύρια χρόνια ζει έκθαμβος και σε δυναμική ισορροπία.

Ένας πολύ μεγάλος αριθμός αστέρων στον νυχτερινό ουρανό διέρχονται αυτή τη φάση, που διαρκεί εκατομμύρια χρόνια· ο Σείριος, ο Πολικός, ο Βέγας. Είναι, όπως λέγονται, αστέρες της κύριας ακολουθίας. Ο ίδιος ο Ήλιος είναι ένα περίλαμπρο παράδειγμα αστέρα στην ωριμότητά του. Η περίοδος της βαρυτικής του συστολής δεν πρέπει να διήρκεσε περισσότερο από 15 εκατομμύρια χρόνια. Τότε άρχισε στον πυρήνα του το υδρογόνο να μετασχηματίζεται σε ήλιο κι αυτή την εσωτερική ζωή βιώνει τώρα και τεσσεράμισυ περίπου δισεκατομμύρια χρόνια.

Το ότι το φως και η θερμική ενέργεια των αστέρων οφείλονται σε πυρηνικές αντιδράσεις, δεν υπήρξε εύκολο στην επιστημονική έρευνα να το εξακριβώσει. Αφελείς θεωρίες, που απέδιδαν την ενέργεια αυτή στο βαρυτικό πεδίο ή ακόμη και σε κάρβουνο που καίγεται, είχαν διατυπωθεί κατά καιρούς. Χρειάστηκε η κατανόηση της ισοδυναμίας μάζας και ενέργειας —ως απλή συνέπεια της Ειδικής Θεωρίας της Σχετικότητας— και η ανάπτυξη της Κβαντομηχανικής για να δοθεί, μετά τον Δεύτερο Παγκόσμιο Πόλεμο, η σωστή ερμηνεία του φαινομένου. Αποτελεί, ασφαλώς, η ερμηνεία αυτή ένα σπουδαίο επιστημονικό επίτευγμα κι ένα ακόμη

σημείο σύγκλισης των παραλλήλων. Λέγεται μάλιστα ότι ένας από τους φυσικούς που συνέλαβαν την ιδέα προκάλεσε την ίδια νύχτα τα ειρωνικά σχόλια της αγαπημένης του. Διότι στον θαυμασμό της για τα άστρα που λάμπουν, εκείνος υπερηφανεύθηκε —και χωρίς τη συνήθη οίηση του ερωτευμένου— ότι ήταν ο μόνος άνθρωπος στον κόσμο που ήξερε τον λόγο.

Το ερυθρό προστάδιο του θανάτου

ΌΠΩΣ ΤΙΠΟΤΑ ΔΕΝ ΔΙΑΡΚΕΙ ΩΣΤΟΣΟ ΓΙΑ ΠΑΝΤΑ, έτσι και η καύση του υδρογόνου. Το υδρογόνο στο εσωτερικό του άστρου εξαντλείται κι ό,τι απομένει είναι μια αδρανής ποσότητα ηλίου. Αφού όμως ενέργεια δεν εκλύεται πια για να την αντιμετωπίσει, η βαρυτική σύνθλιψη αρχίζει έναν καινούργιο κύκλο. Το αστέρι συστέλλεται εκ νέου, η θερμοκρασία από τις βίαιες συγκρούσεις των πυρήνων ανεβαίνει και σύντομα φθάνει τα εκατό εκατομμύρια βαθμούς.

Υπό τις συνθήκες αυτές, αρχίζουν τώρα οι θερμοπυρηνικές αντιδράσεις του ηλίου. Από την ένωση τριών πυρήνων ηλίου, ένα στοιχείο που θα αποδειχθεί κεντρικής σημασίας στην εξέλιξη της ύλης κάνει την εμφάνιση του: Ο άνθρακας. Αυτή τη φορά όμως, η ενέργεια παράγεται με πολύ ταχύτερο ρυθμό, ως εάν το φάσμα της βαρυτικής σύνθλιψης να έχει ενσπείρει πανικό στο αστέρι. Η πίεση από το εσωτερικό όχι μόνον εξισορροπεί τη βαρύτητα, αλλά εξωθεί το αστέρι σε μια γιγάντια διαστολή. Από την επιφάνεια του η ενέργεια ακτινοβολείται σε μεγαλύτερα μήκη κύματος και ο αστέρας φαίνεται κόκκινος. Είναι τώρα ένας ερυθρός γίγαντας!

Ο ερυθρός γίγαντας συνίσταται, έτσι, από έναν πυκνό και υπέρθερμο πυρήνα που περιβάλλεται από έναν τεράστιο φλοιό αεριώδους ύλης, κυρίως υδρογόνου. Με τη συνεχή άνοδο της θερμοκρασίας στον πυρήνα, που την προκαλεί η καύση του ηλίου, ολοένα και πιο περίπλοκες πυρηνικές αντιδράσεις πραγματοποιούνται. Στοιχεία οικεία στο γήινο μας περιβάλλον κάνουν την εμφάνιση τους: Οξυγόνο, μαγνήσιο, πυρίτιο. Καθώς μάλιστα το ήλιο κάποια στιγμή κι αυτό εξαντλείται, είναι η στάχτη του —ο άνθρακας— που αρχίζει πια να καίγεται. Διαδοχικά, όλο και πιο πολύπλοκοι πυρήνες παράγονται και συμμετέχουν εν συνεχεία στην καύση. Στην απελπισμένη άμυνα τους απέναντι στη βαρύτητα, τ' αστέρια χρησιμοποιούν έτσι τη στάχτη από τα προηγούμενα πυρηνικά τους ολοκαυτώματα. «Η περίοδος που οι αστέρες γίνονται ερυθροί γίγαντες», παρατηρεί ο Β. Ξανθόπουλος, «είναι η περίοδος της ζωής που κάνουν τις τρέλες τους, ξοδεύοντας ενέργεια αλόγιστα. Η μόνη διαφορά είναι ότι τα αστέ-

ρια περνούν το στάδιο της εφηβείας μετά την ωριμότητά τους, λίγο πριν από το τέλος της ζωής τους».

Όλοι οι αστέρες περνούν ή θα περάσουν από το στάδιο του ερυθρού γίγαντα. Επειδή όμως το στάδιο αυτό δεν διαρκεί επί πολύ, είναι λίγοι οι ερυθροί γίγαντες σε κάθε γαλαξία. Στον δικό μας Γαλαξία, ο πιο ονομαστός ερυθρός γίγαντας είναι ο Αντάρης. Βρίσκεται στον αστερισμό του Σκορπιού, 600 έτη φωτός μακριά από μας, και είναι μερικές εκατοντάδες φορές μεγαλύτερος από τον Ήλιο. Ένας άλλος ερυθρός γίγαντας, ο Αλντεμπαράν, είναι ορατός σαν ένα κοκκινωπό σημείο στον αστερισμό του Ταύρου.

Ο ίδιος ο Ήλιος μας δεν θα αποφύγει κι αυτός το πικρό ποτήρι. Μετά από πέντε περίπου δισεκατομμύρια χρόνια, έχοντας καύσει το υδρογόνο του στο κέντρο, θα μετατραπεί σε ερυθρό γίγαντα. Οι διαστάσεις του θα μεγαλώσουν τόσο, που θα καλύψει και θα πυρπολήσει ένα μεγάλο μέρος του Ηλιακού συστήματος. Η ίδια η Γη, εάν η ανθρώπινη μωρία την έχει αφήσει μέχρι τότε ανέπαφη, θα δεκαπλασιάσει τη θερμοκρασία της και οι ωκεανοί θα εξαερωθούν. Έτσι, στο βαθύτατο γήρας του, ο Ήλιος θα καταστρέψει τους πλανήτες που τον συνόδευσαν πιστά από τη στιγμή της γεννήσεως του.

Οι πυρηνικές καύσεις των αστέρων απολήγουν, λοιπόν, στη σύνθεση πολύπλοκων πυρήνων, που αποτελούν ένα ακόμη βήμα στην οργάνωση της ύλης. Ό,τι απέτυχε να δημιουργήσει ο περίτεχνος και πολύ ισχυρότερος μηχανισμός της Μεγάλης Εκρήξεως γεννιέται —ή ίσως, είναι ανάγκη να γεννηθεί!— στο εσωτερικό των αστέρων.

Ο ήρεμος θάνατος ενός μικρού άστρου

ΤΗ ΝΗΠΙΑΚΗ ΗΛΙΚΙΑ ΤΩΝ ΑΣΤΕΡΩΝ ακολουθεί μια περίοδος σταθερότητας και περισυλλογής· και, τέλος, ένα στάδιο όπου η ενεργειακή σπατάλη γίνεται αναγκαστική. Το στάδιο αυτό είναι στην ουσία μια αργή πορεία προς τον θάνατο, έναν θάνατο αναπόφευκτο και κάποτε βίαιο. Το είδος του θανάτου διαφέρει, εξαρτάται όμως αποκλειστικά από την ολική μάζα του αστεριού. Διακρίνονται, έτσι, τρεις κατηγορίες ιδιόμορφων αστρικών πτωμάτων: Οι λευκοί νάνοι, οι αστέρες νετρονίων και οι εξάπτουσες την ανθρώπινη φαντασία μαύρες οπές.

Οι πυρηνικές αντιδράσεις στο εσωτερικό των αστέρων σταματούν με τη δημιουργία του σιδήρου, που είναι πυρήνας σταθερότητος. Τα διαθέσιμα καύσιμα έχουν εξαντληθεί και μάλιστα, κατά παράδοξο τρόπο, τόσο

γρηγορότερα, όσο η μάζα του αστεριού είναι μεγαλύτερη. Συνεπώς, η βαρύτητα υπερισχύει εκ νέου· κι αυτή τη φορά αφήνεται ανενόχλητη. Υπό το βάρος των υπερκείμενων φλοιών, το αστέρι συμπιέζεται και πεθαίνει.

Στην περίπτωση που η μάζα του αστεριού είναι μικρή, συγκρίσιμη έστω με αυτήν του Ήλιου, το αστέρι καταλήγει σε «λευκό νάνο»· ονομασία που οφείλεται στη λαμπρότητα και στις διαστάσεις του. Η περαιτέρω βαρυτική σύνθλιψη των λευκών νάνων συγκρατείται από την πίεση των ηλεκτρονίων, που συνυπάρχουν με τους πυρήνες στην ιοντισμένη ύλη. Και είναι μια πίεση που δεν χρειάζεται τη δαπάνη ενέργειας για να συντηρηθεί. Οφείλεται, απλώς, σε μια σπουδαία αρχή της Κβαντομηχανικής, που φέρει το χαρακτηριστικό όνομα «απαγορευτική αρχή του Pauli». Στην περίπτωση των ηλεκτρονίων, η αρχή αυτή σημαίνει χονδρικά ότι δύο ηλεκτρόνια δεν μπορούν να συμπιεσθούν στην ίδια περιοχή του χώρου.

Οι λευκοί νάνοι έχουν περίπου το μέγεθος της Γης, αλλά πυκνότητα πολλαπλάσια: Ένας βώλος από το «έδαφος» τους θα ζύγιζε πενήντα τόννους. Λόγω της επιφανειακής τους λαμπρότητας, που οφείλεται στην υψηλή θερμοκρασία, έχουν εντοπισθεί πολλοί έπειτα από αστρονομικές παρατηρήσεις. Ένας λευκός νάνος, για παράδειγμα, περιφέρεται περί τον Σείριο, το γνωστότερο αστέρι στον ουρανό. Αφού περάσει το στάδιο του ερυθρού γίγαντα και ο Ήλιος μας —μοίρα κακή!— θα καταλήξει και αυτός σε λευκό νάνο. Καθώς οι λευκοί νάνοι συνεχώς ακτινοβολούν ενέργεια που δεν αναπληρώνεται, η λαμπρότητα τους μειώνεται διαρκώς και κάποια στιγμή το φως τους σβήνει οριστικά. Στο Σύμπαν περιφέρονται ως σκοτεινοί πια νάνοι, ψυχροί και αόρατοι.

Αυτά συμβαίνουν όταν η μάζα του θνήσκοντος αστέρος είναι σχετικά μικρή. Στην περίπτωση όμως που η μάζα του αστεριού είναι δύο με τρεις φορές μεγαλύτερη από αυτήν του Ήλιου, η βαρυτική σύνθλιψη οδηγεί την ύλη σε κατάσταση ιδιόμορφη. Οι πυρήνες των ατόμων αρχίζουν να εφάπτονται μεταξύ τους· και η αλληλεπίδραση με τα συμπιεσμένα ηλεκτρόνια μετατρέπει τα πρωτόνια σε νετρόνια. Ο αστέρας διαθέτει στο εξής έναν γιγαντιαίο πυρήνα από νετρόνια που συγκρατούνται από τη δύναμη της βαρύτητας. Είναι τώρα ένας αστέρας νετρονίων.

Ένας αστέρας νετρονίων δεν έχει ακτίνα μεγαλύτερη από 10-20 χιλιόμετρα, και εν τούτοις ζυγίζει εκατομμύρια φορές όσο η Γη. Η πυκνότητα του είναι πράγματι τρομακτική, ίσως και 10^{15} gr/cm^3. Λόγω του μικρού μεγέθους του, περιστρέφεται με ιλιγγιώδη ταχύτητα, που θεωρητικά μπορεί να φθάσει και τις 3.000 στροφές το δευτερόλεπτο.

Αυτή η περιστροφή πρόδωσε μάλιστα την παρουσία των αστέρων νε-

τρονίων στο διάστημα. Διότι διαθέτουν ισχυρό μαγνητικό πεδίο και, όπως ένας περιστρεφόμενος φάρος, «φωτίζουν» περιοδικά τη Γη με δέσμη ραδιοκυμάτων. Οι παλμοί που συλλαμβάνονται από τη Γη έχουν, έτσι, μεγάλη κανονικότητα. Γι' αυτό και η πρώτη ανίχνευσή τους, το 1967, δημιούργησε την αισιοδοξία ότι ίσως ήταν μηνύματα από έναν εξωγήινο πολιτισμό. Μέχρις ότου επικρατήσουν ωριμότερες σκέψεις, η πηγή των ραδιοπαλμών εφέρετο μάλιστα με την ονομασία «μικρά πράσινα ανθρωπάκια».

Μέχρι σήμερα, παλλόμενες πηγές ραδιοκυμάτων (pulsars) έχουν εντοπισθεί περισσότερες από 300 στον Γαλαξία μας. Ότι υποκρύπτουν η κάθε μια έναν αστέρα νετρονίων, δεν υπάρχει πια καμιά αμφιβολία. Θεωρητικά, εν τούτοις, η ιδέα της έσχατης αυτής συμπυκνώσεως της ύλης κυκλοφορούσε επί πολλές δεκαετίες, χωρίς να λαμβάνεται σοβαρά υπ' όψιν.

Μια ονομαστή πηγή ραδιοκυμάτων έχει εντοπισθεί στο Νεφέλωμα του Καρκίνου. Εκεί, όπου το 1054 μ.Χ. Κινέζοι αστρονόμοι είχαν καταγράψει μια τεράστια αστρική έκρηξη. Ο αστέρας νετρονίων που εκπέμπει τα ραδιοκύματα αποδείχθηκε ότι αποτελεί υπόλειμμα αυτής της εκρήξεως και περιστρέφεται 30 φορές το δευτερόλεπτο. Στο αστρικό σμήνος της Αλώπεκος, 8.000 έτη φωτός μακριά; ανακαλύφθηκε ένας άλλος αξιοσημείωτος αστέρας νετρονίων, που κάνει 642 στροφές το δευτερόλεπτο. Υπολογίζεται ότι τα σημεία του ισημερινού του κινούνται με ταχύτητα που υπερβαίνει το ένα δέκατο αυτής του φωτός.

Οι εκρηκτικοί θάνατοι των μεγάλων αστεριών

Η ΚΑΤΑΛΗΞΗ ΕΝΟΣ ΑΣΤΕΡΑ, όταν εξαντλεί τα πυρηνικά του καύσιμα, σε λευκό νάνο ή αστέρα νετρονίων μπορεί να θεωρηθεί ένα ήρεμο και, οπωσδήποτε, αξιοπρεπές τέλος. Οι αστέρες, όμως, που έχουν μάζα πολύ μεγαλύτερη από τον Ήλιο υπόκεινται σε μια σκοτεινή προοπτική· αυτήν της ολοκληρωτικής καταρρεύσεως της ίδιας της ύλης τους! Και σε μια ύστατη προσπάθεια να την αποφύγουν, εκτοξεύουν ένα μεγάλο μέρος από την ύλη αυτή στο διάστημα.

Αυτές οι κατακλυσμικές εκρήξεις, η κάθε μια τους λαμπρότερη από ένα δισεκατομμύριο ήλιους, είναι οι λεγόμενοι υπερκαινοφανείς (supernova). Την έκρηξη προκαλεί η οριστική αδυναμία του πυρήνα να αποτρέψει τη βαρυτική του σύνθλιψη. Διότι, ύστερα από αλλεπάλληλους κύκλους πυρηνικών καύσεων, ο πυρήνας αποτελείται τώρα από σίδηρο. Ο σίδηρος, όμως, είναι σταθερότατος και δεν προσφέρεται για σύντηξη.

Ενώ, λοιπόν, τα εξωτερικά στρώματα του άστρου εξακολουθούν να ισορροπούν με την καύση ελαφρότερων στοιχείων, στον πυρήνα η πίεση των ηλεκτρονίων και των νετρονίων δεν αρκεί να συγκρατήσει τις κολοσσιαίες βαρυτικές δυνάμεις. Ο πυρήνας του άστρου —που σ' αυτό το στάδιο έχει μέγεθος όσο η Γη— αρχίζει να καταρρέει και να θρυμματίζεται στα στοιχειώδη του συστατικά. Μια πλημμυρίδα νετρίνων, που παράγονται από την αλληλεπίδραση πρωτονίων και ηλεκτρονίων, εγκαταλείπει πρώτη τη σκηνή της καταστροφής· δι' αυτών μεταφέρονται τεράστια ποσά ενέργειας προς τους εξωτερικούς φλοιούς. Η διαδικασία αυτή επιταχύνει τη βαρυτική κατάρρευση, που ολοκληρώνεται σε χιλιοστά του δευτερολέπτου μετά την έναρξή της. Στην καρδιά, όμως, του πυρήνα η πυκνότητα συνεχώς αυξάνει. Όταν αυτή προσεγγίζει την πυκνότητα της πυρηνικής ύλης, μήτε τα νετρίνα είναι δυνατόν πια να αποδράσουν. Η παγίδευση τους συσσωρεύει διαρκώς ενέργεια στον πυρήνα. Ως αποτέλεσμα, ένα ισχυρότατο κρουστικό κύμα εκσπά κάποια στιγμή και κινείται προς τα έξω, με ταχύτητα που φτάνει το ένα δέκατο αυτής του φωτός.

Η τρομακτική πίεση του κρουστικού κύματος προκαλεί την έκρηξη του αστέρα. Καθώς τα εξωτερικά στρώματα εκτινάσσονται βίαια, αποκτούν ταχύτητες ιλιγγιώδεις και σχηματίζουν ένα νεφέλωμα θερμού αερίου που φωτοβολεί λόγω των συγκρούσεων του με τη μεσοαστρική ύλη. Ένα παρόμοιο νεφέλωμα, στον αστερισμό του Κύκνου, εξαπλούται ακόμη και σήμερα με υπερηχητικές ταχύτητες. Και είναι το πανέμορφο υπόλειμμα από μια έκρηξη υπερκαινοφανούς που έλαβε χώρα πριν από 20.000 χρόνια.

Τόσο λαμπρές είναι οι εκρήξεις υπερκαινοφανών, που εύκολα ανιχνεύονται ακόμη και σε μακρινούς γαλαξίες. Η λαμπρότητα τους διαρκεί μερικούς μήνες και ύστερα το αστέρι ξαναπέφτει στην ασημαντότητα. Ενώ όμως σε άλλους γαλαξίες είχαν ήδη καταγραφεί μερικές εκατοντάδες, στον δικό μας Γαλαξία τώρα και μερικούς αιώνες -και παρά τα αναμενόμενα!- οι υπερκαινοφανείς έλαμπαν διά της απουσίας τους. Ο τελευταίος παρατηρήθηκε από τον Κέπλερ το 1604 μ.Χ. Κατά ειρωνεία δηλαδή της τύχης, λίγο πριν από την κατασκευή του τηλεσκοπίου. Έναν άλλο ονομαστό υπερκαινοφανή κατέγραψαν με ακρίβεια οι Κινέζοι αστρολόγοι το 1054 μ.Χ. Για να κατευνάσουν μάλιστα την οργή του αυτοκράτορα για την αιφνίδια εμφάνιση του, απέδωσαν στο άστρο-επισκέπτη προθέσεις ευλογίας της σοδειάς. Το Νεφέλωμα του Καρκίνου, με διάμετρο περί τα 10 έτη φωτός, είναι ό,τι απέμεινε σήμερα από εκείνη την περίλαμπρη έκρηξη.

Αυτή είναι η προϊστορία του θέματος. Και επειδή, ασφαλώς, η κατά-

νόηση της αστρικής εξελίξεως έχει κεντρική σημασία για την επιστήμη, μια έκρηξη υπερκαινοφανούς που παρατηρήθηκε πρόσφατα σ' έναν μικρό γειτονικό γαλαξία σωστά χαρακτηρίσθηκε ως γεγονός σπουδαίο για τον ανθρώπινο πολιτισμό. Η έκρηξη αυτή έγινε αντιληπτή το πρωί της 24ης Φεβρουαρίου του 1987 και έλαβε χώρα στο Νέφος του Μαγελάνου, μόνον 160.000 έτη φωτός απόσταση από μας. Ορατή από το Νότιο Ημισφαίριο, αστραπιαία συγκέντρωσε επάνω της το ενδιαφέρον των επιστημόνων και κάθε τύπου γήινα ή διαστημικά τηλεσκόπια κατευθύνθηκαν προς το λαμπερό σημείο. Λίγες ώρες πριν, ευαίσθητοι ανιχνευτές στις Ηνωμένες Πολιτείες και στην Ιαπωνία, με άλλο σημειωτέον επιστημονικό προορισμό, είχαν ήδη καταγράψει την άφιξη των νετρίνων. Όπως είχε προβλεφθεί θεωρητικά, τα νετρίνα εγκαταλείπουν πρώτα τη σκηνή της εκρήξεως.

Ο υπερκαινοφανής του Φεβρουαρίου —γνωστός πια ως SN 1987 A— διετήρησε με διακυμάνσεις τη λαμπρότητα του για μερικούς μήνες. Στην αιχμή της, η λαμπρότητα αυτή υπερέβη κατά 200 φορές την ηλιακή, αλλά από τα μέσα Ιουνίου άρχισε να σβήνει. Η συγκίνηση, όμως, των επιστημόνων διατηρήθηκε επί πολύ αμείωτη. Ήταν η πρώτη γενιά που είχε την τύχη να παρακολουθήσει με ακρίβεια μια παρόμοια κατακλυσμική έκρηξη. Να την παρακολουθήσει, βέβαια, εκ των υστέρων. Διότι το φως και τα νετρίνα από τον υπερκαινοφανή είχαν ξεκινήσει —μεταφέροντας έναν πλούτο πληροφοριών— το κοσμικό τους ταξίδι την εποχή που το ανθρώπινο είδος, επί της Γης τουλάχιστον, ανεκάλυπτε την τεχνική της φωτιάς!

Ο πρόγονος του SN 1987 A, το αστέρι δηλαδή που εξερράγη, εντοπίσθηκε γρήγορα. Στους αστρονομικούς καταλόγους έφερε το όνομα Sanduleak-69. Είχε 20 φορές τη μάζα του Ήλιου και η άσημη ζωή του, που του επεφύλασσε εν τούτοις αυτό το φαντασμαγορικό τέλος, διήρκεσε περί τα 10 εκατομμύρια χρόνια.

Τα δεδομένα που έχουν συλλέγει από την έκρηξη του υπερκαινοφανούς, με σημαντικές ασφαλώς αναθεωρήσεις εδώ κι εκεί, επιβεβαιώνουν τις θεωρητικές αντιλήψεις για την αστρική εξέλιξη. Με εντυπωσιακό τρόπο, το Σύμπαν το ίδιο προσέφερε τη συνηγορία του και επιβεβαίωσε τις εκπληκτικές ικανότητες του ανθρώπινου μυαλού.

Ο θάνατος τους, η ζωή μας

Η ΕΚΤΟΞΕΥΣΗ ΤΕΡΑΣΤΙΩΝ ΠΟΣΟΤΗΤΩΝ ΥΛΗΣ ΣΤΟ ΔΙΑΣΤΗΜΑ από την έκρηξη ενός υπερκαινοφανούς εμφανίζεται πράξη σπάταλη. Πολύ περισ-

σότερο, όταν για εκατομμύρια χρόνια πριν, η ύλη αυτή είχε υποστεί επίμονη πυρηνική κατεργασία και περιείχε, δύσκολα να συντεθούν, στοιχεία.

«Τίποτε δεν είναι άσκοπο, τίποτε περιττό», έγραψε ωστόσο ο Αριστοτέλης· και στη συγκεκριμένη περίπτωση, αυτό είναι παραπάνω από αληθινό. Διότι, σε μια ή περισσότερες παρόμοιες εκρήξεις οφείλουμε και μεις την ύπαρξη μας! Η ενδιάθετη ανάγκη του ανθρώπου να συνδεθεί με τον αστρικό κύκλο και την αιωνιότητα συμπίπτει εδώ με την επιστημονική πεποίθηση.

Πράγματι, η ύλη από τον αστέρα που εκρήγνυται, και με μεγάλη ταχύτητα εκτείνεται στον χώρο, αναμειγνύεται με το αρχέγονο συμπαντικό ρευστό. Το μεσοαστρικό αέριο κοντά στην περιοχή της εκρήξεως δεν αποτελείται στο εξής μόνο από υδρογόνο και ήλιο. Περιέχει και ίχνη απ' τα βαρύτερα στοιχεία που η πυρηνική καύση εδημιούργησε στο εσωτερικό του αστέρα. Μάλιστα, η κατακλυσμική έκρηξη δημιουργεί συνθήκες τέτοιες, που ακόμη πιο σύνθετες πυρηνικές αντιδράσεις είναι δυνατές. Πυρήνες βαρύτεροι από τον σίδηρο, με περίπλοκη δομή, όπως ο άργυρος, ο χρυσός ή το ουράνιο, εμφανίζονται για πρώτη φορά. Έστω σε πολύ μικρό ποσοστό, αποτελούν πια συστατικά του κοσμικού ρευστού. Ο κάθε πυρήνας συλλαμβάνει αργότερα έναν συγκεκριμένο αριθμό ηλεκτρονίων—όσακαι τα πρωτόνιά του— και αποκτά ταυτότητα ως άτομο. Παρ' όλο που με ανεξακρίβωτο προορισμό, τα άτομα θα έχουν στο εξής μακρά και ενδιαφέρουσα σταδιοδρομία.

Συνεπώς, αν νέα αστέρια -αστέρια δεύτερης γενιάς- σχηματισθούν από το κοσμικό ρευστό, εκτός από το υδρογόνο και ήλιο θα περιέχουν μια ποικιλία από βαρύτερα στοιχεία. Ατέλειωτοι κύκλοι αστρικών θανάτων και αναγεννήσεων μπορεί να ακολουθήσουν, ως είδος κοσμικών μετεμψυχώσεων. Ο ίδιος ο Ήλιος, εφόσον έχει εξακριβωθεί ότι περιέχει βαρύτερα στοιχεία, είναι αστέρι τουλάχιστον δεύτερης γενιάς. Και μια που η Γη μας απεσπάσθη από τον Ήλιο, είναι ευεξήγητη η παρουσία των στοιχείων αυτών στην ατμόσφαιρα, στο έδαφος και στους ωκεανούς της.

Ασφαλώς, είναι μια εικόνα που υπερβαίνει τα μέτρα της καθημερινότητας: Ότι ο άνθρακας στο χαρτί του παρόντος βιβλίου, ο χρυσός που κοσμεί τον λαιμό μιας γυναίκας ή ο φωσφόρος των ψαριών σχηματίσθηκαν στο εσωτερικό κάποιου ή κάποιων αστέρων. Και σε κάποια στιγμή απογνώσεως εκσφενδονίσθηκαν στο Σύμπαν για να συλληφθούν από τον αμυδρό πρόγονο της Γης.

Το ίδιο όμως ισχύει και για τα πρωτογενή υλικά της ανθρώπινης ύπαρξης —το οξυγόνο, τον σίδηρο ή το ασβέστιο— που συνιστούν το σώμα

ή το μυαλό μας. Είναι προϊόντα επίμονης αστρικής κατεργασίας. Η αυτοκτονία του άστρου που τα σκόρπισε κάποτε ως αστρική σκόνη δεν φαίνεται μια πράξη άσκοπη. Συγκλονιστική όσο κι αν είναι η ιδέα, εν τούτοις είμαστε φτιαγμένοι από αστερόσκονη. Και τη ζωή μας οφειλομε στον θάνατο κάποιου άστρου.

Οι σκοτεινές προοπτικές ενός πολύ μεγάλου άστρου

ΜΕ ΤΗΝ ΕΚΡΗΞΗ ΤΟΥ ΥΠΕΡΚΑΙΝΟΦΑΝΟΥΣ, δεν εξακοντίζεται όλη η μάζα του άστρου στο διάστημα. Κάποιο κατάλοιπο του πυρήνα απομένει. Και έχει, αυτό το κατάλοιπο, τη δυνατότητα να τελευτήσει σαν λευκός νάνος ή αστέρας νετρονίων. Αυτήν τη δυνατότητα προσπάθησε απεγνωσμένα να εξασφαλίσει, δραστικά μειώνοντας το βάρος του, το αρχικά μεγάλο αστέρι. Ο αστέρας νετρονίων που, όπως αναφέρθηκε, εκπέμπει τα κανονικά ραδιοσήματά του από το Νεφέλωμα του Καρκίνου είναι το νεκρό κατάλοιπο του υπερκαινοφανούς που παρατήρησαν οι Κινέζοι αστρονόμοι στην αρχή της χιλιετίας. Σε ένα άλλο νεφέλωμα -περί τον αστερισμό Ιστία- που επίσης αποτελεί το κατάλοιπο ενός υπερκαινοφανούς, εντοπίσθηκε ένας αστέρας νετρονίων με ηλικία περίπου 11.000 χρόνων. Αν κάποια στιγμή, που αναμένεται με αγωνία, μια παλλόμενη ραδιοπηγή εκδηλώσει την παρουσία της στον SN 1987 A, η θεωρητική αυτή εικόνα για την εξέλιξη ενός μεγάλου άστρου θα αποκτήσει ένα ακόμη ισχυρότατο έρεισμα.

Η βαρυτική κατάρρευση που υπονομεύει διαρκώς τον αστρικό βίο δεν αποτελεί, εν τούτοις, το μόνο ενδεχόμενο. Στα πολύ μεγάλα αστέρια και μετά την έκρηξη του υπερκαινοφανούς, τον πυρήνα τους απειλεί μια νέα και δραματική, αυτήν τη φορά, πιθανότητα: Η κατάρρευση της ίδιας της ύλης! Όταν το κατάλοιπο έχει πράγματι μάζα μερικές φορές μεγαλύτερη από αυτήν του Ήλιου, οι γραμμές άμυνας του ως λευκού νάνου ή αστέρα νετρονίων είναι ανίσχυρες. Η βαρύτητα υπερνικά και τη φαινομενικά ασυμπίεστη σφαίρα των νετρονίων, που αρχίζουν έτσι να εφάπτονται μεταξύ τους. Η ύλη οδηγείται σε μια κατάσταση ουσιαστικής ανυπαρξίας. Κυριολεκτικά, αυτό που σχηματίζεται είναι μια μαύρη οπή. Μια καμπύλωση δηλαδή του χώρου και του χρόνου απ' όπου, λόγω του τεράστιου βαρυτικού πεδίου, κανένα σωμάτιο, αλλά μήτε το ίδιο το φως είναι δυνατόν να αποδράσει.

Η μαύρη οπή υποδηλώνει έτσι μια περιοχή του χώρου εξαιρετικά μικρή σε όγκο, όπου η τεράστια ύλη ενός θνήσκοντος αστέρος αυτοαναιρεί-

ται. Εντός της περιοχής αυτής—πουχαρακτηριστικά καλείται και «ορίζοντας γεγονότων»— κανένα συμβάν δεν έχει δυνατότητα να δηλώσει την παρουσία του στους απέξω. Το σήμα της πληροφορίας, οπτικό ή υλικό, θα έπρεπε τότε να υπερβεί την ταχύτητα του φωτός· και αυτό είναι ένα αξεπέραστο εμπόδιο. Εμπόδιο, μάλιστα, προς τη μία κατεύθυνση. Ένας άτυχος αστροναύτης θα μπορούσε, διαβαίνοντας τον ορίζοντα, να ευρεθεί μέσα στη μαύρη οπή. Ουδέποτε όμως θα μπορούσε στο εξής να διαφύγει. «Ανεπαισθήτως μέ έκλεισαν από τον κόσμο εξω», γράφει ο ποιητής. Τα υψηλά τείχη κτίζει στην περίπτωση αυτή το βαρυτικό πεδίο. Η ισχύς του γίνεται αντιληπτή από το ότι, αν ολόκληρη η Γη μας κατέληγε σε μαύρη οπή, το μέγεθος της δεν θα ήταν μεγαλύτερο από μια ασπιρίνη. Εν τούτοις, και σε απόσταση μισού μέτρου από αυτήν, ένας άνθρωπος θα είχε βάρος 100 δισεκατομμύρια φορές περισσότερο!

Οι μαύρες οπές αποτελούν μιαν αναπόδραστη πρόβλεψη της Γενικής Θεωρίας της Σχετικότητας. Όταν το θνήσκον αστέρι συμπιεσθεί σε διαστάσεις μικρότερες από τον ορίζοντα, καμιά δύναμη δεν μπορεί να συγκρατήσει τη διαδοχική συρρίκνωση και τελική κατάρρευση της ύλης σ' ένα μοναδικό σημείο· το αποκαλούμενο και «σημείο ανωμαλίας». Η ύλη αποκτά εκεί άπειρη πυκνότητα· και ακόμη άπειρη γίνεται η ισχύς του βαρυτικού πεδίου. Ο χώρος και ο χρόνος δεν υπάρχουν ως αυθύπαρκτες, χωριστές οντότητες· και εν απουσία θεωρίας της κβαντικής βαρύτητας, κάθε γνώση Φυσικής καταρρέει. Η ιδιόμορφη αυτή μαθηματική ανωμαλία στο κέντρο μιας μαύρης οπής έχει το ανάλογό της στο σημείο μηδέν του χωροχρόνου, απ' όπου με τη Μεγάλη Έκρηξη εξεπορεύθη το Σύμπαν. Είναι αυτή η ανωμαλία, πιθανόν η ακραία μορφή του απρόσιτου ή του άγνωστου, η ακατανόητη σύμπτωση ιδιοτήτων της δημιουργίας και της καταστροφής.

Αν υπάρχει κάτι καθησυχαστικό, είναι ότι οι μαύρες οπές δεν ταξιδεύουν στο αχανές, καταπίνοντας την ύλη που θα προσεγγίσει τον ορίζοντα τους. Ενεδρεύουν απλώς σε περιοχές της μεσοαστρικής ύλης, μάρτυρες άφωνοι της εξαφανίσεως ενός μεγάλου άστρου. Την παρουσία τους δηλώνει μόνο το βαρυτικό πεδίο, όπως στην «Αλίκη στη χώρα των θαυμάτων» την αόρατη γάτα επρόδιδε απλώς το χαμόγελο της. Ο Ήλιος, αν θα γίνει μαύρη οπή, δεν θα διαταράξει καθόλου την τροχιά της Γης. θα παύσει όμως να ανατέλλει!

Η υπέρβαση, λοιπόν, του ορίζοντα οδηγεί ένα άστρο ή κάποιο περιφερόμενο σώμα πλανητικό στον ανεπίστρεπτο δρόμο προς την ανωμαλία. Έτσι, ο άτυχος αστροναύτης που θα δοκιμάσει να εξερευνήσει μια μαύρη οπή δεν βρίσκει απλώς τον δρόμο της επιστροφής κλειστό. Πριν αποσυ-

ντεθεί οριστικά, αισθάνεται το σώμα του να εκτείνεται αφάνταστα καθ' ύψος, υπό την κατακλυσμική βαρυτική έλξη, και να αποκτά επιταχύνσεις ιλιγγιώδεις. Σαν ένας λόγος επιπρόσθετος στην ατυχία του, οι σύντροφοι του στο διαστημόπλοιο δεν πρόκειται ν' ανησυχήσουν. Διότι θα εξακολουθήσουν να τον βλέπουν, στον ορίζοντα της μαύρης οπής, ακίνητο στον χώρο και με σταματημένη τη ροή του χρόνου του.

Ίσως, ωστόσο, ο αστροναύτης να αποδειχθεί λιγότερο άτυχος απ' ό,τι πίστευε. Διότι, σύμφωνα με μια τολμηρή θεωρητική άποψη, η δίοδος του από τη μαύρη οπή θα τον οδηγήσει σ' ένα άλλο σημείο του Σύμπαντος, αλλά εκατομμύρια χρόνια στο παρελθόν ή, ακόμη καλύτερα, σ' ένα ολότελα διαφορετικό Σύμπαν.

Αν όμως φως δεν διαφεύγει από μια μαύρη οπή —αλλά αντίθετα, κάθε σώμα ή ακτινοβολία που θα περάσει από τον ορίζοντα της, απορροφάται ή αιχμαλωτίζεται για πάντα- γεννιέται το ερώτημα πώς μπορεί ν' ανιχνευθεί ένα παρόμοιο, κατ' όνομα μόνον αστρικό, σώμα. Η ανίχνευση αυτή γίνεται με έμμεσο τρόπο: από τα ισχυρά βαρυτικά φαινόμενα που παρατηρούνται στη γειτονιά μιας μαύρης οπής ή από τη μεγάλη έκλυση ενέργειας, που υποθέτουμε ότι συνοδεύει την επιταχυνόμενη κάθοδο μιας μάζας προς αυτήν. Μια σχεδόν αναμφισβήτητη μαύρη οπή έχει εντοπισθεί έτσι στον αστερισμό του Κύκνου, που απέχει 10.000 έτη φωτός από μας. Η μάζα της υπολογίζεται έξι φορές όσο η ηλιακή, και είναι, πιθανότατα, ο αόρατος συνοδός ενός γιγαντιαίου αστέρα, που η κίνηση του δεν ερμηνεύεται με άλλον τρόπο. Το δίδυμο αυτό σύστημα αποτελεί μια ισχυρή πηγή εκπομπής ακτινών Χ. Η ακτινοβολία παράγεται καθώς ύλη που εκτοξεύεται από τον αστέρα οδεύει προς τη μαύρη οπή.

Σύμφωνα με κάποιες άλλες ενδείξεις, μια μαύρη οπή με μάζα δεκάδες χιλιάδες φορές μεγαλύτερη από αυτήν του Ήλιου ενεδρεύει στο κέντρο του Γαλαξία μας. Στην παρουσία της, ίσως, οφείλεται η εκπομπή ράδιο-, κυμάτων και υπέρυθρων ακτίνων που παρατηρείται σε γειτονικές στο κέντρο του Γαλαξία περιοχές. Είναι ακόμη πιθανόν, παρόμοιες ή και μεγαλύτερες μαύρες οπές να υπάρχουν στο κέντρο των κβάσαρ, των αινιγματικών αντικειμένων που ανιχνεύονται στα όρια του Σύμπαντος. Έτσι ερμηνεύεται το ότι οι κβάσαρ εκπέμπουν ακτινοβολία χίλιες φορές περισσότερη από όση ένας ολόκληρος γαλαξίας!

Σύμφωνα, τέλος, με μια υπόθεση του S. Hawking, το Σύμπαν είναι διάσπαρτο από μικρές μαύρες οπές που σχηματίσθηκαν κατά τη Μεγάλη Έκρηξη. Αυτές οι αρχέγονες μαύρες οπές, ενώ έχουν μάζα όσο ένα μεγάλο βουνό, δεν υπερβαίνουν σε μέγεθος τον πυρήνα ενός ατόμου.

Το παρόν του Σύμπαντος προοιωνίζεται το μέλλον του

ΠΕΡΙΣΣΌΤΕΡΟ ΚΑΠΟΤΕ ΚΑΙ ΑΠΟ ΤΟ ΠΑΡΟΝ, Ο άνθρωπος είναι συνηθισμένος να διερευνά το μέλλον. Τούτο ισχύει και για το μέλλον του ίδιου του Σύμπαντος. Παρ' όλο που, όπως είναι προφανές, είναι ένα μέλλον που εκτείνεται στη διάρκεια δισεκατομμυρίων ανθρώπινων ζωών.

Παρά την έκταση του χρόνου και την πολυπλοκότητα του προβλήματος, υπάρχει μια καθοριστική ποσότητα που είναι το «κλειδί» για την προοπτική του Σύμπαντος. Η ποσότητα αυτή ονομάζεται -και εύστοχα- «κρίσιμη πυκνότητα». Υπολογίζεται δε θεωρητικά σε 5×10^{-30} gr/cm^3 ή 3 πρωτόνια ανά κυβικό μέτρο.

Τα πράγματα εφεξής είναι απλά. Διότι, σε αντίθεση με τα ανθρώπινα, το μέλλον του Σύμπαντος ρυθμίζεται αποκλειστικά από το παρόν του· το αν δηλαδή η παρούσα πυκνότητα του είναι μικρότερη, ίση ή μεγαλύτερη από την κρίσιμη.

Το πρόβλημα έχει πολλές αναλογίες με την τύχη ενός πυραύλου που εκτοξεύεται στο Διάστημα. Αν η ταχύτητα του πυραύλου είναι μεγαλύτερη από μια κρίσιμη ταχύτητα, ο πύραυλος υπερνικά τη γήινη έλξη και αρχίζει μια πορεία στον απέραντο χώρο˙ αλλιώς, αν η ταχύτητα του είναι ίση ή μικρότερη από την κρίσιμη, καταδικάζεται να περιφέρεται γύρω από τη Γη ή να επανακάμψει σ' αυτήν.

Ανάλογα ισχύουν όσον αφορά στο ίδιο το Σύμπαν. Στην πρώτη περίπτωση, που η σημερινή πυκνότητα του είναι μικρότερη από την κρίσιμη, η διαστολή του θα συνεχισθεί επ' άπειρον. Είναι τότε ένα «ανοιχτό» Σύμπαν. Αλλά, ενώ η ζωή του είναι άπειρη, είναι μια ζωή κατ' ευφημισμόν. Κάποια στιγμή οι πυρηνικές αντιδράσεις στα άστρα θα σταματήσουν και τα ίδια τα πρωτόνια πιθανότατα θα διασπαστούν. Ό,τι απομείνει θα είναι μια στάχτη από μαύρες οπές που θα εκρήγνυνται κατά καιρούς σε ακτινοβολία και ύλη.

Αν, αντίθετα -η δεύτερη περίπτωση- η σημερινή του πυκνότητα είναι μεγαλύτερη από την κρίσιμη, το Σύμπαν είναι «κλειστό» και πεπερασμένο. Η διαστολή του, σε περίπου 40 δισεκατομμύρια χρόνια από τώρα, θα σταματήσει. Η βαρυτική έλξη θα υπερισχύσει, οδηγώντας σε μια διαρκώς επιταχυνόμενη συστολή και καταστάσεις ολοένα θερμότερες και πυκνότερες. Τα γεγονότα που γνωρίσαμε μέχρι τώρα θα αναστραφούν. Όταν η κοσμική πυκνότητα γίνει διπλάσια από την κρίσιμη —οπότε το Σύμπαν θα έχει συσταλεί στο ένα εκατοστό του σημερινού του μεγέθους— η ακτινοβολία μικροκυμάτων θα κυριαρχήσει στον ουρανό. Η νύκτα θα γίνει

φλεγόμενη μέρα, με μια θερμοκρασία γύρω στα 300 Κ. Με την παρέλευση 700.000 χρόνων ακόμη, η θερμοκρασία θα προσεγγίσει τα 10.000.000 Κ. Τα άστρα και οι πλανήτες, επιστρέφοντας ταπεινά στον αρχέγονο εαυτό τους, θα αποσυντεθούν σε ακτινοβολία, ηλεκτρόνια και πυρήνες.

Το αν το κλειστό Σύμπαν οδηγηθεί και πάλι σε μια υπέρπυκνη κατάσταση και, συνεπώς, σε μια καινούργια Μεγάλη Έκρηξη, είναι παρακινδυνευμένο να προβλέψομε. Όχι γιατί μας λείπει η οίηση· αλλά επειδή δεν έχει, όπως είδαμε, διαμορφωθεί ακόμη μια ικανοποιητική θεωρία Κβαντικής βαρύτητας, ικανή να περιγράψει την κατάσταση της ύλης, απειροελάχιστα κοντά στην καινούργια Μεγάλη Αρχή.

Στην τρίτη, τελευταία περίπτωση, η πυκνότητα του Σύμπαντος είναι σήμερα ίση με την κρίσιμη. Περίπτωση με ελάχιστη στατιστική πιθανότητα, με ισχυρότατη εν τούτοις θεωρητική υποστήριξη. Το Σύμπαν τότε είναι επίπεδο. Ο χώρος του είναι άπειρος και η γεωμετρία του Ευκλείδεια. Άπειρης διάρκειας θα είναι επίσης και η ζωή του, καθώς —όπως ένα άπειρο πλαστικό σεντόνι— διαρκώς θα διαστέλλεται και θα αραιώνει. Η διαστολή του θα έχει, όμως, τον μικρότερο δυνατό ρυθμό.

Το μέλλον, λοιπόν, του Σύμπαντος ρυθμίζεται αποκλειστικά σχεδόν από την παρούσα πυκνότητα της ύλης του. Πόση, συνεπώς, είναι αυτή η πυκνότητα που καθορίζει όχι μόνον το μέλλον, αλλά και τη δομή του Σύμπαντος;

Από τις μέχρι σήμερα αστρονομικές παρατηρήσεις, η πυκνότητα της «βαρυονικής ύλης» -βαρυόνια καλούνται τα πρωτόνια και τα νετρόνια- υπολογίζεται πολύ μικρότερη από την κρίσιμη. Μόλις και φθάνει τα 10^{-32} gr/cm^3, πενήντα, συνεπώς, φορές μικρότερη απ' όση απαιτείται για να «κλείσει» το Σύμπαν. Το Σύμπαν φαίνεται να είναι ανοιχτό και η διαστολή του θα συνεχισθεί επ' άπειρον.

Τούτο είναι, ασφαλώς, μια νόμιμη πιθανότητα. Από παρατηρήσεις όμως μεγάλης κλίμακας, τα πράγματα γίνονται πιο αμφίβολα. Οι περιστροφικές κινήσεις των γαλαξιών απαιτούν, για να ερμηνευθούν ικανοποιητικά, την ύπαρξη κάποιας αφανούς ύλης, εκτός από την ορατή. Διατυπώθηκε έτσι η υπόθεση ότι κάθε γαλαξίας περιβάλλεται από μια «άλω», ένα είδος φωτοστέφανου σκοτεινής ύλης, ακτίνας μέχρι και εκατό χιλιάδων ετών φωτός. Η πραγματική ύλη του γαλαξία θα είναι τότε δεκαπλάσια από αυτήν που παρατηρούμε. Οργανωμένη, ίσως, σε κόκκινους ή καφετιούς «νάνους», μεσογαλαξιακή σκόνη ή νέφη και, φυσικά, μεγάλες μαύρες οπές. Θα ήταν βέβαια τραγικό αν οι επίπονες προσπάθειες για την ανίχνευση του Σύμπαντος καταλήξουν με τη διαπίστωση ότι πολύ μικρό μόνον μέρος του παρατηρούμε — ή είμαστε σε θέση να παρατηρήσουμε.

Μια άλλη δυνατότητα, που θα ανέτρεπε την εικόνα ενός ανοιχτού Σύμπαντος, είναι η ύπαρξη μη βαρυονικής ύλης σ' αυτό· διάφορης δηλαδή από τα πρωτόνια ή τα νετρόνια. Για την εξωτική αυτή μορφή ύλης υπάρχουν πολλοί υποψήφιοι. Κάποια σωμάτια, για παράδειγμα, που προβλέπονται από τις σύγχρονες Θεωρίες Ενοποιήσεως: το άξιον, το φωτινο, τα μαγνητικά μονόπολα. Όλα όμως είναι υποθετικά και δεν έχουν προς το παρόν ούτε και στοιχειώδη πειραματική υποστήριξη.

Είδαμε, εν τούτοις, ότι στο Σύμπαν αφθονούν —σε αριθμό μάλιστα συγκρίσιμο με τα φωτόνια— τα νετρίνα. Δεν υπάρχει κανένας θεωρητικός λόγος, που η μάζα του νετρίνου πρέπει να είναι ακριβώς μηδέν και μάλιστα, κάποιες παραλλαγές των σύγχρονων θεωριών, τους αποδίδουν μια απειροελάχιστη μάζα. Τότε, όμως, και επειδή ο αριθμός τους είναι πολύ μεγάλος, η συνολική μάζα των νετρίνων θα αρκούσε για να «κλείσει» το Σύμπαν.

Ο προσδιορισμός ωστόσο της μάζας του νετρίνου είναι πειραματικά εξαιρετικά δύσκολος, λόγω της πολύ ασθενικής αλληλεπιδράσεώς του με την ύλη. Είναι εντυπωσιακό, λοιπόν, ότι βοήθεια για να λυθεί το πρόβλημα ήρθε αναπάντεχα από το ίδιο το Σύμπαν.

Όπως είδαμε πράγματι, η εκρηκτική παρουσία του υπερκαινοφανούς SN 1987 A κατηύγασε τον Φεβρουάριο του 1987 το Νέφος του Μαγελάνου. Τα νετρίνα που εξεπέμφθησαν κατά την έκρηξη βομβάρδισαν, ύστερα από μακρύ ταξίδι στην διαστημική νύχτα, τη Γη μας· και, υπό τους πανηγυρισμούς των επιστημόνων, κάποια από αυτά έκαναν αισθητή την παρουσία τους σε ευαίσθητους ανιχνευτές. Επειδή, όμως, προβλέπεται θεωρητικά η ύπαρξη νετρίνων με διαφορετικές μάζες, οι ταχύτητες τους —πολύ κοντά, οπωσδήποτε, στην ταχύτητα του φωτός— θα διαφέρουν επίσης. Παρ' όλο, λοιπόν, που ξεκίνησαν μαζί, ύστερα από ταξίδι 160.000 ετών θα έπρεπε να φτάσουν στη Γη σε διαφορετικούς χρόνους, παρέχοντας έτσι ενδείξεις για τη μάζα τους.

Η ανάλυση των δεδομένων από τον SN 1987 A, παρά την εξαιρετική δυσκολία των μετρήσεων, έδωσε πράγματι ένα «ανώτερο όριο» για τη μάζα του νετρίνου. Είναι όμως τόσο μικρό το όριο αυτό, που και πάλι δεν αρκεί για να «κλείσει» το Σύμπαν. Το θέμα λοιπόν παραμένει ανοιχτό. Έτσι ή αλλιώς, όμως, η ανίχνευση των νετρίνων από τον SN 1987 A είναι ένα από τα εντυπωσιακά παραδείγματα αλληλεπιδράσεως της Κοσμολογίας με τη Φυσική του μικρόκοσμου. Ένα άλλο σημείο όπου οι παράλληλες συγκλίνουν. Μια νέα εποχή για την Αστρονομία —η Αστρονομία των νετρίνων— έκανε ίσως τα πρώτα της βήματα.

Το μέλλον του Σύμπαντος και η διερεύνηση του αποτελούν, ασφαλώς,

μια από τις ακραίες εκδηλώσεις της ανθρώπινης περιέργειας - ή οιήσεως. Διότι, μήτε οριστική απάντηση περί του μέλλοντος αυτού είναι εύκολο να δοθεί, μήτε η απάντηση αυτή θα έχει οποιαδήποτε πρακτική σημασία για τον άνθρωπο και την πεπερασμένη ζωή του. Είναι, απλώς, η αναζήτηση της αλήθειας στην αποθέωση της, η φιλοτέχνηση ενός σπουδαίου έργου τέχνης που, πιθανότατα, δεν πρόκειται ποτέ να τελειώσει. Δεν είναι, λοιπόν, περίεργη η προτίμηση των επιστημόνων στην εκδοχή του κλειστού Σύμπαντος και η επιμονή τους να ανεύρουν τη χαμένη μάζα που θα στηρίζει την εκδοχή αυτή. Ένα κλειστό Σύμπαν, ιδιαίτερα μάλιστα σε αέναα επαναλαμβανόμενους κύκλους, έχει μιαν αναμφισβήτητη αισθητική και φιλοσοφική ομορφιά. Εκτός των άλλων, παρακάμπτει και το πρόβλημα της δημιουργίας του στον χρόνο.

Είναι όμως χρήσιμο, καθώς η επιστημονική περιήγηση για τη γένεση, το παρόν και το μέλλον του Σύμπαντος αγγίζει το τέλος της, να συγκρατεί στη μνήμη του ο αναγνώστης ότι υπάρχει και μια άλλη εκδοχή. Τη διατύπωσε ο ποιητής της ελληνικής υπερβατικότητας —που είχε την ατυχία να επονομασθεί Νομπελίστας— σε ένα από τα ολιγότερο γνωστά ποιήματα του:

Μόνο που υπάρχει και μια διαφορετική εκδοχή. Μην με πιστεύετε
όσο γερνάω τόσο λιγότερα καταλαβαίνω
Η πείρα μου ξέμαθε τον κόσμο

Η πείρα, από τη διαδρομή πολλών αιώνων ανθρώπινης επιστήμης, έχει ίσως καταστήσει τη ματιά μας έγκλειστη στα εγγενή όρια αυτής της επιστήμης.

v. Η σιωπηλή γένεση της ζωής

Ο σχηματισμός του ηλιακού συστήματος ή η δημιουργία του σκηνικού της ζωής

Ο ΉΛΙΟΣ ΕΊΝΑΙ ΕΝΑ ΣΥΝΗΘΙΣΜΕΝΟ ΑΣΤΕΡΙ, *που αποτελείται κυρίως* από υδρογόνο και ήλιο. Η μελέτη, όμως, του φωτός που προέρχεται από την επιφάνεια του επιβεβαιώνει την παρουσία ιχνών από βαρύτερα στοιχεία. Ο Ήλιος, συνεπώς, έχει την προέλευση του από μια περιοχή του αρχέγονου νέφους υδρογόνου, που πλουτίσθηκε με τα στοιχεία αυτά από εκρήξεις υπερκαινοφανών.

Σήμερα ο Ήλιος βρίσκεται στη δεύτερη φάση της ζωής του. Η πυρηνική καύση στον πυρήνα του μετατρέπει το υδρογόνο σε ήλιο— και αυτό γίνεται με σταθερότητα τώρα και 5 δισεκατομμύρια χρόνια. Παρά τον τρομακτικό ρυθμό αυτής της καύσεως —600 περίπου εκατομμύρια τόννοι υδρογόνου το δευτερόλεπτο!— δεν φαίνεται ότι ο Ήλιος, και κατά προέκταση και μεις, θα αντιμετωπίσει προβλήματα για άλλα 5 δισεκατομμύρια χρόνια. Μετά από αυτό θα μετατραπεί σε ερυθρό γίγαντα και θα σβήσει οριστικά ως λευκός νάνος.

Σταθερή όσο κι αν είναι αυτή η φάση της ζωής του Ήλιου, εν τούτοις συνοδεύεται από δραστηριότητα εργώδη. Πολύπλοκες αλληλεπιδράσεις της ενέργειας και της ύλης λαμβάνουν χώρα σε κολοσσιαία κλίμακα, και ο Ήλιος είναι το πεδίο, δραματικών συχνά, φαινομένων. Έτσι, τοξοειδείς στήλες αερίων μαζών εκτινάσσονται κατά καιρούς από την ατμόσφαιρά του και εξαπλούνται στο διάστημα ή επικρέμονται για μέρες υπέρ την επιφάνειά του. Άλλοτε, βίαιες εκλάμψεις στην ηλιακή επιφάνεια

εκτοξεύουν τεράστιες ποσότητες σωματίων και ακτινοβολίας, που επιδρούν στις γήινες επικοινωνίες ή δημιουργούν πανέμορφες φωτεινές μαρμαρυγές στον νυκτερινό ουρανό. Τα εξωτικά αυτά φαινόμενα φαίνονται να συνδέονται με το έντονο μαγνητικό πεδίο των μαγνητικών κηλίδων, σκοτεινών περιοχών στην ορατή ατμόσφαιρα του ήλιου, που κάθε ένδεκα χρόνια εμφανίζουν μια αινιγματική έξαρση δραστηριότητας. Ένα περίεργο, άλλωστε, ηλιακό χαρακτηριστικό παραμένει χωρίς πειστική ερμηνεία. Απίστευτο όσο κι αν φαίνεται, ο Ήλιος μας πάλλεται! Τμήματα, πράγματι, της επιφάνειας του ταλαντεύονται κάθε πέντε λεπτά κατά 10 χιλιόμετρα, ενώ έχουν ανιχνευθεί ταλαντώσεις με πολύ μεγαλύτερη περίοδο. Έτσι, στον μεγάλο αριθμό των επιστημονικών ειδικοτήτων έχει προστεθεί και η ηλιακή σεισμολογία. Όπως συμβαίνει και στους γήινους σεισμούς, η μελέτη των ηλιακών δονήσεων ελπίζεται ότι θα παράσχει πολλές πληροφορίες για τον εσωτερικό πυρήνα του άστρου μας.

Περί τον Ήλιο περιφέρονται οι πλανήτες, πολύ μικρότεροι σε μέγεθος και αποτελούμενοι σε μεγάλο βαθμό από βαριά στοιχεία. Το ηλιακό μας σύστημα περιλαμβάνει εννέα πλανήτες, πολλούς δορυφόρους, όπως είναι η Σελήνη, και χιλιάδες αστεροειδών διατρέχεται επίσης από κομήτες με ουρά φαντασμαγορική και αναρίθμητους μικρούς μετεωρίτες. Αξίζει να υπογραμμισθεί ότι ο Ήλιος περιέχει περισσότερο από το 99.9% της μάζας του Ηλιακού συστήματος. Είναι αποκλειστικά η παρουσία του ανθρώπου, που προσέδωσε στη Γη και τα άλλα ασήμαντα θραύσματα του αρχέγονου Ήλιου σημασία ιδιάζουσα.

«Θραύσματα», διότι η αρχιτεκτονική αλλά και η παραπλήσια ηλικία των μελών του Ηλιακού συστήματος υπονοούν πράγματι μια κοινή αρχή, ένα κοινό γενεσιουργό γεγονός στον χρόνο. Ωστόσο, παρά την πληθώρα των πληροφοριών από τα σύγχρονα τηλεσκόπια ή τα διαπλανητικά ταξίδια, δεν υπάρχει μια κοινά αποδεκτή εικόνα για τον σχηματισμό του Ηλιακού συστήματος.

Είναι πολύ πιθανόν ότι ο Ήλιος ήταν αρχικά ένα τεράστιο νέφος αερίου και σωματιδίων πάγου ή σκόνης που περιστρεφόταν αργά. Το ηλιακό αυτό νεφέλωμα άρχισε να συστέλλεται υπό την επίδραση της βαρύτητας και να αποκτά το σχήμα ενός περιστρεφόμενου δίσκου, ψυχρού στις άκρες και με μεγάλες θερμοκρασίες —κοντά 2000 K— στο κέντρο του. Η μεγάλη αυτή διαφορά θερμοκρασίας απέληξε σε μια κατανομή της.πυκνότητας και της ύλης, ανάλογη με τους σημερινούς δακτυλίους του Κρόνου. Η υψηλή θερμοκρασία των εσωτερικών στρωμάτων προκάλεσε εξάτμιση των παγωμένων ουσιών, και μόνον όσες είχαν στερεά, βραχώδη σύσταση παρέμειναν. Έτσι, οι εσωτερικοί πλανήτες —η Γη, ο Άρης, ο Ερμής

και η Αφροδίτη— που, όπως πιστεύεται, σχηματίσθηκαν από αυτές τις περιοχές του δίσκου, έχουν μεγάλη πυκνότητα και σύσταση βραχώδη. Ο σχηματισμός τους έγινε σε στάδια. Τα στερεά σωματίδια συνενώθηκαν αρχικά στους πλανητοειδείς, με διάμετρο γύρω στα 100 χιλιόμετρα. Οι πλανητοειδείς, υπό τη βαρυτική έλξη, άρχισαν να συγκρούονται και να ενώνονται σε μεγαλύτερα σώματα, τους πρωτοπλανήτες, προγόνους των σημερινών πλανητών.

Οι υπερμεγέθεις εξωτερικοί πλανήτες που κινούνται σε πολύ μεγαλύτερες αποστάσεις -ο Δίας, ο Κρόνος, ο Ουρανός, ο Ποσειδών- έχουν χαμηλές πυκνότητες και, κυρίως, σύσταση αεριώδη· ενώ ο Πλούτων, ο ακραίος και ένατος πλανήτης, είναι κατ' ουσίαν ένας αστεροειδής. Φαίνεται ότι, στα εξώτερα στρώματα του αρχέγονου ηλιακού δίσκου, τα παγωμένα μόρια του νερού, ή π.χ. της αμμωνίας, κατάφεραν να επιβιώσουν λόγω των χαμηλών θερμοκρασιών. Ο σχηματισμός των πρωτοπλανητών ακολούθησε ίσως εδώ μια διαδικασία διαφορετική. Δακτύλιοι ύλης αποσπάσθησαν από τον περιστρεφόμενο δίσκο, με τον πρόγονο του Ήλιου -τον πρωτοήλιο- στο κέντρο. Η συμπύκνωση της ύλης κάθε δακτυλίου οδήγησε σε μεγάλους αυτήν τη φορά πρωτοπλανήτες, που παρέσυραν τεράστιες μάζες υδρογόνου και ηλίου καθώς εκινούντο. Δεν είναι έτσι περίεργο ότι οι εξωτερικοί πλανήτες διαθέτουν μια παχιά και πυκνή ατμόσφαιρα, που περιβάλλει έναν βραχώδη πυρήνα. Η σχετικά μακρινή απόσταση τους από τον θερμό Ήλιο και το ισχυρότερο βαρυτικό τους πεδίο επέτρεψαν τη συγκράτηση των ελαφρών αερίων. Τα αέρια αυτά απέδρασαν εύκολα από την ατμόσφαιρα των μικρότερων πλανητών.

Παρ' όλο που πολλά απομένουν ακόμη να διευκρινισθούν ή και να αναθεωρηθούν, φαίνεται ότι η εικόνα αυτή για τον σχηματισμό του Ηλιακού συστήματος είναι, σε αδρές γραμμές, σωστή. Πολύπλοκα πράγματι προγράμματα ηλεκτρονικών υπολογιστών, που μιμούνται τις αρχικές συνθήκες στο αρχέγονο νέφος, περιγράφουν μια εξέλιξη που προσεγγίζει πολύ τη σημερινή δομή του. Ίσως, αν ο Δημιουργός του Σύμπαντος ήξερε ακριβώς τι ήθελε να κάνει, εκτός από τις «ιδιότητες» που κατά καιρούς του απέδωσε η Θεολογία, είχε ανάγκη να είναι και ένας εξαίρετος προγραμματιστής.

Ως προς την ηλικία πάντως του Ηλιακού συστήματος, δεν φαίνεται να υπάρχουν σοβαρές αμφιβολίες. Από πολλές πηγές, και κυρίως από την παρουσία μακρόβιων ραδιενεργών στοιχείων, συνάγεται ότι είναι γύρω στα 5 δισεκατομμύρια χρόνια. Την ίδια ηλικία έχουν οι μετεωρίτες και οι δορυφόροι. Ο Ήλιος άρχισε την πυρηνική του καύση —άναψε, δηλαδή, το φως του!— λίγο ίσως πριν από τον σχηματισμό των εσωτερικών

πρωτοπλανητών. Η θερμοκρασία τότε στο κέντρο του ηλιακού νεφελώματος προσήγγιζε τα 8 εκατομμύρια βαθμούς.

Τον σχηματισμό, πάντως, άλλων πλανητών στο μέλλον απέκλεισε ο Ήλιος και μάλιστα μ' έναν τρόπο εκδικητικό. Όπως επιβεβαιώνεται από την παρατήρηση ενός νεογέννητου αστέρα στον Αστερισμό του Ταύρου, όταν απεκατεστάθη η σταθερότητα της πυρηνικής καύσης, λεπτά στρώματα ύλης εξετοξεύθησαν βίαια από την εξωτερική επιφάνεια του Ήλιου. Ένα είδος ανέμου -που ονομάζεται άνεμος του Ταύρου- σάρωσε τότε το Ηλιακό σύστημα, απωθώντας όσο αέριο είχε απομείνει και καθιστώντας αδύνατο τον περαιτέρω σχηματισμό πλανητών.

Είναι, πάντως, σκόπιμο να συνοψισθεί εδώ ότι η ιστορία της ύλης, από την οποία αποτελείται και η Γη, αρχίζει πολύ πριν από τη διαμόρφωση του πλανητικού συστήματος. Το αρχέγονο νέφος από υδρογόνο και ήλιο συμπυκνώθηκε σε αστέρια. Μερικά από αυτά, ενώ έζησαν κανονικά, είχαν βίαιο θάνατο. Στο εσωτερικό τους, αλλά και κατά τη διάρκεια της τελικής εκρήξεως, σχηματίσθηκαν άλλα είδη πυρήνων, βαρύτερων από το υδρογόνο ή το ήλιο. Με τη βίαιη έκρηξη, η αστρική ύλη διασκορπίσθηκε σε άλλα υδρογονικά νέφη, τα οποία και πάλι σχημάτισαν αστέρια. Ένα από αυτά ήταν και ο Ήλιος. Κατά τη διάρκεια των εκατομμυρίων ετών που διαρκεί ο σχηματισμός του Ήλιου, κάποια κομμάτια ύλης που αποσπώνται θα διαμορφωθούν σε πλανήτες. Είναι αυτοί, ως επί το πλείστον, που συγκρατούν τα βαρύτερα στοιχεία. Κυριολεκτικά, οι πλανήτες έχουν γεννηθεί από στάχτες των αστεριών.

Το Ηλιακό μας, λοιπόν, σύστημα -και παρ' όλο που είναι δύσκολο να παρατηρηθούν, θα πρέπει να υπάρχουν δισεκατομμύρια παρόμοια στο Σύμπαν- αποτελεί ένα προχωρημένο επίπεδο αστρικής οργανώσεως. Εννέα πλανήτες περιστρέφονται σε σχεδόν κυκλικές τροχιές γύρω από ένα πυρακτωμένο άστρο, τον Ήλιο. Από αυτόν δέχονται ενέργεια και φωτεινή ακτινοβολία. Η ύλη των πλανητών έχει υποστεί επίμονη αστρική κατεργασία και περιέχει πια όλα σχεδόν τα στοιχεία, ενώ η θερμοκρασία της επιφάνειας τους κυμαίνεται από λίγους, έως μερικές εκατοντάδες βαθμούς Κελσίου. Με λίγα λόγια, οι πλανήτες, και ειδικότερα ένας από αυτούς, προσφέρουν κατ' αρχήν το κατάλληλο περιβάλλον που θα επιτρέψει στην ύλη να οργανωθεί σε πιο σύνθετους σχηματισμούς. Που θα επιτρέψουν, δηλαδή, στην ύλη να εμφανίσει το φαινόμενο της ζωής.

Η Γη, ένας ιδιόμορφος αλλά κατάλληλος πλανήτης

ΑΝ ΕΝΑ ΔΙΑΣΤΗΜΟΠΛΟΙΟ με προέλευση εξωγήινη πλησιάσει κάποτε τους εσωτερικούς πλανήτες του Ηλιακού συστήματος, οι επιβάτες του θα βιώσουν μια χαρακτηριστική εικόνα: Κάτω από την αραιή, λεπτή ατμόσφαιρα του Αρη θα δουν μονότονες και άγονες έρημους. Μακρύτερα, η Αφροδίτη καλύπτει, υπό τον πυκνό μανδύα μιας δηλητηριώδους ατμόσφαιρας, ολόκληρη την επιφάνεια της. Σε αντίθεση με τους μελαγχολικούς αυτούς πλανήτες, ανάμεσα τους η Γη εμφανίζει αμέσως μια ελκυστική προσωπικότητα. Σχηματισμοί νεφών διατρέχουν την ατμόσφαιρα και αφήνουν να διακρίνονται οι ωκεανοί και οι σκουρόχρωμες ήπειροι. Ένα ισχυρό τηλεσκόπιο θα απεκάλυπτε, άλλωστε, το χαρακτηριστικό πράσινο των φυτών. Δεν θα ήταν παράλογο αν οι εξωγήινοι επισκέπτες θεωρούσαν αμέσως τον πλανήτη μας ως ισχυρό υποψήφιο για την παρουσία ζωής.

Το αξιοσημείωτο είναι ότι η ιδιαιτερότητα της γήινης ατμόσφαιρας οφείλεται στην ύπαρξη ζωής στην επιφάνεια της και όχι αντίστροφα. Πράγματι, η ατμόσφαιρα της Αφροδίτης και του Αρη συνίστανται ως επί το πλείστον από διοξείδιο του άνθρακος, ενώ αυτή της Γης από άζωτο και οξυγόνο. Είναι επειδή, για τρία τουλάχιστον δισεκατομμύρια χρόνια, βιολογικές δραστηριότητες, όπως είναι η φωτοσύνθεση, επέβαλαν δραστικές αλλαγές στη χημική σύσταση της γήινης ατμόσφαιρας, με την παραγωγή ικανών ποσοτήτων οξυγόνου.

Η ιδιαιτερότητα της Γης δεν σταματά όμως στις θάλασσες ή στην ατμόσφαιρά της. Παρ' όλο που έχει κοινή καταγωγή με τους γείτονες της —με την Αφροδίτη μάλιστα είναι περίπου δίδυμη, αφού έχουν την ίδια μάζα και διάμετρο— διαφέρει ουσιαστικά και ως προς τη θερμοκρασία. Στην Αφροδίτη το παχύ στρώμα διοξειδίου του άνθρακος παγιδεύει την υπέρυθρη ακτινοβολία του Ήλιου και, όπως σ' ένα θερμοκήπιο, υψώνει σε πολλές εκατοντάδες βαθμούς τη μέση θερμοκρασία της. Αντίθετα, στον Άρη η θερμοκρασία είναι αισθητά κάτω από το μηδέν και εμφανίζει μεγάλες ημερήσιες μεταβολές.

Ο καθοριστικός παράγων που διαμόρφωσε τη Γη στον πλανήτη που γνωρίζουμε σήμερα είναι, εκτός από τη μάζα της, η απόσταση της από τον Ήλιο˙ διότι από αυτήν εξαρτάται άμεσα η θερμοκρασία. Αν ο πλανήτης Γη επλανάτο σε τροχιές παραπλήσιες του Άρη ή της Αφροδίτης, το θερμοκρασιακό εύρος θα ήταν απαγορευτικό για την ανάπτυξη ζωής. Η συγκεκριμένη τροχιά της Γης περί τον Ήλιο—σε απόσταση 150 εκατομ-

μυρίων χιλιομέτρων κατά μέσο όρο- δεν πρέπει να θεωρείται ως η μόνη «επιτρεπτή»· είναι, εν τούτοις, η «σωστή» για μας. Γιατί, η θερμοκρασία κινείται σε επίπεδα που είναι βιολογικά κατάλληλα και εμφανίζει μια ευεργετική ποικιλία, ανάλογα με τον τόπο ή την εποχή.

Η αρχέγονη ατμόσφαιρα της Γης οφείλει την προέλευσή της στο ενδοαστρικό νέφος, που με τη συμπύκνωσή του σχημάτισε το Ηλιακό σύστημα. Θα πρέπει, συνεπώς, να περιείχε υδρογόνο, ήλιο, οξυγόνο, άζωτο, άνθρακα καθώς και ίχνη από βαρύτερα στοιχεία. Καθώς τότε η επιφάνεια της Γης ήταν πολύ θερμότερη από τη σημερινή, πολλά από τα αέρια δεν ήταν δυνατόν να συγκρατηθούν από τη βαρύτητα και απεδρασαν στο διάστημα. Όπως, όμως, συμβαίνει και στον πάγο, με τη συνεχή ψύξη της Γης πρώτα στερεοποιήθηκε ο εξωτερικός φλοιός. Μεγάλα ποσά θερμότητας εγκλωβίσθηκαν στο εσωτερικό και μια εργώδης δραστηριότητα, υπολείμματα της οποίας παρατηρούμε και σήμερα, χαρακτηρίζει τη νεαρή Γη: Σεισμοί, ηφαιστειογενής δράση, θερμοπίδακες. Η δραστηριότητα αυτή συνοδεύεται από τη διαφυγή θερμότητας και ποικίλων αερίων -κυρίως διοξειδίου του άνθρακος, υδρατμών και αζώτου- από ρωγμές της επιφάνειας. Με την πάροδο των αιώνων, μια δευτερογενής ατμόσφαιρα σταθεροποιείται πάνω από την επιφάνεια αυτή. Η θερμότητα δεν είναι πια αρκετή για να εκδιώξει τα αέρια. Το άζωτο παραμένει στην ατμόσφαιρα και συνιστά σήμερα το μεγαλύτερο μέρος της, ενώ οι υδρατμοί υγροποιούνται και καλύπτουν, αργά αλλά με επιμονή, μεγάλη έκταση της επιφάνειας. Γνώρισμα χαρακτηριστικό της Γης, αποτελούν, με την πάροδο του χρόνου, τους πολύτιμους ωκεανούς της. Οι ωκεανοί διαλύουν το δηλητηριώδες διοξείδιο του άνθρακος και το δεσμεύουν στους ασβεστολιθικούς ή μαρμαρώδεις σχηματισμούς τους.

Είναι αξιοσημείωτο, αλλά και αυτονόητο, ότι για το εσωτερικό της Γης λίγα πράγματα είναι με βεβαιότητα γνωστά. Και είναι γνωστά με τρόπο έμμεσο, είτε με τη μελέτη των σεισμικών κυμάτων είτε απ' όσα μάθαμε για τους άλλους πλανήτες από τα διαπλανητικά ταξίδια. Απ' ό,τι φαίνεται, πάντως, η Γη χρειάστηκε περί τα 600 εκατομμύρια χρόνια από τη γένεσή της για να αποκτήσει ένα θερμό και ρευστό κέντρο, να διαφοροποιηθούν τα υλικά της —τα ελαφρύτερα ανέβηκαν προς την επιφάνεια- και να αρχίσει η στερεοποίηση του εξωτερικού φλοιού. Το εξωτερικό κέλυφος, ή ο φλοιός της Γης, έχει πάχος που ποικίλλει από τα 5 χιλιόμετρα, κάτω από τους ωκεανούς, έως τα 80 χιλιόμετρα, κάτω από εκτεταμένες ορεινές επιφάνειες. Αποτελείται κυρίως από πυρίτιο και αλουμίνιο, καθώς και από στερεοποιημένη λάβα ή γρανιτώδη βράχια. Κάτω από τον φλοιό και μέχρι βάθος 3.000 χιλιομέτρων εκτείνεται ο στερεός μανδύας.

που αντιπροσωπεύει πάνω από το 80% του όγκου της Γης. Η χημική του σύσταση είναι σχεδόν άγνωστη. Πρέπει να περιέχει όμως θυλάκους από μάγμα, όπου έχει τη ρίζα της η δράση των ηφαιστείων. Ακόμη βαθύτερα και μέχρι το κέντρο της Γης -με συνολικό, συνεπώς, πάχος 3.300 χιλιόμετρα- υπάρχει ο πυρήνας. Ο πυρήνας αποτελείται, πιθανότατα, από λειωμένο σίδηρο, ενώ η θερμοκρασία του πρέπει να είναι πολύ υψηλή, ίσως γύρω στους 5.000 °C. Η προέλευση της θερμότητας αυτής αποτελεί ένα αίνιγμα. Κατά πάσα πιθανότητα, κατά τα πρώτα τουλάχιστον στάδια της Γης, οφειλόταν σε ραδιενεργά στοιχεία που εγκλωβίσθηκαν σε μεγάλα βάθη και με τις μεταστοιχειώσεις τους απελευθέρωναν ενέργεια θερμική.

Παρ' όλο που έγκλειστος περί το κέντρο της Γης, ο πυρήνας κάνει εν τούτοις αισθητή την παρουσία του πολύ πέραν της επιφάνειας της. Διότι, κάποιου είδους κίνηση του παράγει ηλεκτρικά ρεύματα στη μεταλλική μάζα που τον αποτελεί. Το ισχυρό μαγνητικό πεδίο που παράγεται από αυτά τα ρεύματα, αυτοσυντηρούμενο από την περιστροφή της Γης, εκτείνεται σε ύψος δεκάδων χιλιομέτρων στο διάστημα. Έτσι, ενεργεί ως προστατευτική ασπίδα και αποτρέπει βλαβερές επιδράσεις στους ζώντες οργανισμούς από αίτια κοσμικής προελεύσεως.

Ένα, εν τούτοις, από τα εντυπωσιακότερα γνωρίσματα του πλανήτη που κατοικούμε αποτελεί πρόσφατη μόνον κατάκτηση της γεωλογικής επιστήμης: Πρόκειται για την, αποδεδειγμένη πια, μετακίνηση των ηπείρων. Ήδη από το 1910 ο A. Wegener, αστρονόμος και μετεωρολόγος, διετύπωσε την τολμηρή υπόθεση ότι οι στεριές της Γης αποτελούσαν κάποτε μια κοινή ήπειρο, την επονομασθείσα Παγγαία. Με την πάροδο των αιώνων, η Παγγαία διαχωρίσθηκε αρχικά σε δύο και, στη συνέχεια, στις σημερινές ηπείρους. Όπως γίνεται συχνά στην επιστήμη, η ιδέα του Wegener στηρίχθηκε σε μια απλή παρατήρηση. Ένας παγκόσμιος χάρτης, πράγματι, δείχνει ότι οι στεριές της Γης —για παράδειγμα ένθεν και ένθεν του Ατλαντικού, ή η Αφρική με τη Νότιο Αμερική— μπορούν να προσαρμοσθούν μεταξύ τους, όπως σ' ένα παιδικό παιχνίδι. Στο παρελθόν, λοιπόν, ήσαν πιθανόν ενωμένες και απομακρύνονται από τότε με αργό ρυθμό. Η θεωρία αυτή συνάντησε σφοδρή την αντίθεση ή και την περιφρόνηση των συγχρόνων της γεωφυσικών. Υπό το βάρος, όμως, της ανακαλύψεως νέων στοιχείων, αναγεννήθηκε και απέκτησε την ωριμότητά της κατά τις πρόσφατες δεκαετίες.

Τα νέα στοιχεία, τα οποία σε μεγάλο βαθμό οφείλονται στη χρήση υπολογιστών, διευκρίνισαν με τρόπο απλό όσο και πειστικό τον μηχανισμό που προκαλεί τη μετακίνηση των ηπείρων. Δεν είναι ακριβώς οι ήπειροι που μετακινούνται, αλλά τεράστιες πλάκες, οι τεκτονικές πλάκες,

στις οποίες ο ίδιος ο φλοιός της Γης έχει διαχωρισθεί. Τα σημεία όπου οι πλάκες συμπιέζονται ή αποχωρίζονται παρουσιάζουν, όπως είναι φυσικό, έντονη γεωλογική δραστηριότητα, που εκδηλώνεται με σεισμούς, έκρηξη ηφαιστείων ή ωκεάνια ρήγματα. Οι ήπειροι, καθώς κανείς μπορεί να θεωρήσει ότι «εφιππευουν» τις πλάκες, ακολουθούν τις μετακινήσεις τους.

Τί προκαλεί, όμως, σε πρώτη ανάλυση, την κίνηση των πλακών; Από το εσωτερικό της Γης, η θερμότητα ανέρχεται προς την επιφάνεια με τα λεγόμενα ρεύματα μεταφοράς, κατά τα οποία θερμό υλικό οδεύει διαρκώς προς τα άνω, ενώ τα ψυχρότερα στρώματα καταβυθίζονται. Η αναταραχή αυτή περιορίζεται σε μια περιοχή όχι μεγαλύτερη από 200 χιλιόμετρα υπό τον φλοιό της Γης. Έχει όμως αναπάντεχες συνέπειες: Τα ρεύματα μεταφοράς προκαλούν ρωγμές στον λεπτό φλοιό κάτω από τους ωκεανούς, απ' όπου το λειωμένο υλικό ρέει στον πυθμένα και συσσωρευόμενο σχηματίζει υποθαλάσσιες οροσειρές. Μια τέτοια οροσειρά έχει εντοπισθεί στο μέσον του Ατλαντικού Ωκεανού και προκλήθηκε από τη διαπήδηση λάβας κατά μήκος μιας ρωγμής που εκτείνεται από την Ισλανδία έως την Ανταρκτική.

Μια παρόμοια, όμως, ρωγμή στον πυθμένα του ωκεανού είναι και η διαχωριστική γραμμή ανάμεσα σε δύο από τις τεκτονικές πλάκες. Καθώς δι' αυτής διαρκώς διοχετεύεται μάγμα -κυρίως βασάλτης- από το εσωτερικό της Γης, τούτο εξαπλούται και από τις δύο μεριές της οροσειράς, στερεοποιείται, και ο πυθμένας του ωκεανού διαρκώς μεγαλώνει σε έκταση. Έτσι, οι ήπειροι στα όριά του διολισθαίνουν και υποχρεώνονται να απομακρυνθούν μεταξύ τους. Στην περίπτωση του Ατλαντικού, το ράγισμα του φλοιού υπολογίζεται ότι έγινε πριν από 200 εκατομμύρια χρόνια· έκτοτε ο ωκεανός αυτός διαρκώς διευρύνεται. Στα δύο του άκρα, η Αφρική και η Νότια Αμερική μετακινούνται κατά ένα περίπου εκατοστόμετρο τον χρόνο η κάθε μία. Στα σημεία, αντίθετα, όπου οι τεκτονικές πλάκες συγκρούονται, ογκώδεις οροσειρές σχηματίσθηκαν με την πάροδο των αιώνων. Έτσι, τα Ιμαλάια όρη είναι το αποτέλεσμα της αργής, αλλά βίαιης σύγκρουσης των τεκτονικών πλακών στις οποίες εδράζονται η Ινδία και η Κίνα.

Αν όμως ο φλοιός της Γης διαρκώς εμπλουτίζεται σε υλικό από τα βάθη της, ο πλανήτης μας θα έπρεπε να διογκώνεται. Τούτο όμως δεν ισχύει. Διότι βαθείς ωκεάνιες τάφροι, στα σημεία όπου ο λεπτότερος φλοιός των ωκεανών εισχωρεί κάτω από τους ηπειρωτικούς όγκους, επαναφέρουν ίσες ποσότητες από παλαιότερες και ψυχρότερες μάζες ύλης στον μανδύα υπό τη γήινη επιφάνεια. Εκεί οι μάζες αυτές του φλοιού

λειώνουν, για να ξαναρχίσουν, πιθανόν, έναν καινούργιο κύκλο. Οι τάφροι αυτές —κοντά στις ακτές της Χιλής ή της Ιαπωνίας, για παράδειγμα- συνιστούν συνεπώς, όπως και οι ωκεάνιες ρωγμές, τις διαχωριστικές γραμμές ανάμεσα στις τεκτονικές πλάκες. Ως προς ολόκληρη τη Γη, οι πλάκες αυτές δεν έχουν πάχος μεγαλύτερο από όσο ως προς ένα μήλο η φλούδα του. Όπως ένας αέναος ιμάντας, η ύλη που ξεπηδά από τις ρωγμές και καταποντίζεται στις τάφρους, μετακινεί τα κομμάτια αυτής της φλούδας και αναδιατάσσει τον φλοιό της Γης.

Στα αρχικά στάδια σχηματισμού της Γης, η δραστηριότητα υπό την επιφάνεια της θα πρέπει να ήταν, ασφαλώς, εντονότερη και ίσως είχε διαφορετική μορφή. Πριν από ένα περίπου δισεκατομμύριο χρόνια, η δραστηριότητα αυτή άρχισε να προσομοιάζει στη σημερινή, ενώ ο πρώτος διαχωρισμός της πανηπείρου —της Παγγαίας— τοποθετείται πριν από 600 εκατομμύρια χρόνια, πρώτα σε δύο και αργότερα σε επτά ηπείρους. Και πρέπει να σημειωθεί ότι, χωρίς την τεκτονική αυτή δραστηριότητα, που δευτερογενώς δημιουργεί την ανεξάντλητη ποικιλία των ακτών, της ενδοχώρας και εν μέρει του κλίματος, η εξέλιξη της ζωής στη Γη θα ήταν απλούστερη και πληκτικότερη. Ίσως μάλιστα να μην κατέληγε ποτέ στην ανθρώπινη κορύφωση της.

Η εμφάνιση της ζωής

Η ΕΜΦΑΝΙΣΗ ΤΗΣ ΖΩΗΣ, γεγονός καθοριστικό στην εξέλιξη του Σύμπαντος και αυτή, που θα του δώσει έκτοτε ένα ολότελα διαφορετικό νόημα, αποτελεί δύσκολο πεδίο δοκιμασίας για την επιστήμη. Γιατί, όπως είναι φανερό, απαιτεί τη συνεργασία πολλών κλάδων επιστημονικών -της Φυσικής, της Χημείας, της Βιολογίας αλλά και της Γεωλογίας- για τη σύνθεση μιας πειστικής εικόνας. Η ζωή, και στα κατώτερα ακόμη επίπεδα της, εμφανίζει μια θαυμαστή πολυπλοκότητα˙ και ιδιότητες —όπως αυτή της αναπαραγωγής— που την καθιστούν φαινόμενο ποιοτικά διάφορο από όλα όσα η ανόργανη ύλη εκδηλώνει. «Δεν γεννηθήκαμε χθες», γράφει με γλώσσα ποιητική ο αστροφυσικός Η. Reeves. «Η ύπαρξη μας ξεκινάει μέσα από την αστραποβόλα έκρηξη που γέννησε το Σύμπαν. Συνεχίζεται μες στη φλογισμένη καρδιά των άστρων, μέσα στα αχανή μεσοαστρικά διαστήματα, μέσα στον πρωτόγονο ωκεανό της Γης, στην επιφάνεια των ηπείρων. Ολόκληρο το Σύμπαν είναι το κουκούλι μας».

Ας αποπειραθούμε να περιγράψομε, με συντομία επικίνδυνη, πώς υποθέτει ένα μεγάλο μέρος των επιστημόνων ότι έκανε την εμφάνιση του

στη Γη το φαινόμενο της ζωής. Περιοριζόμαστε στη Γη, αφού, προς ώρας τουλάχιστον, δεν έχει τεκμηριωθεί επιστημονικά η ύπαρξη ζωής σε άλλα σημεία του Σύμπαντος.

Πριν από μερικά δισεκατομμύρια χρόνια, η επιφανειακή μορφή του πλανήτη μας δεν θύμιζε, ασφαλώς, σε τίποτα τη σημερινή εικόνα. Είναι πιθανόν ότι η ατμόσφαιρά του απετελείτο από υδρογόνο, αμμωνία, μεθάνιο, υδρατμούς και άλλα αέρια· οπωσδήποτε, όμως, όχι οξυγόνο, που είναι χημικά πολύ δραστικό και θα σχημάτιζε γρήγορα σύνθετες ενώσεις. Τη σημερινή του παρουσία στην ατμόσφαιρα, το οξυγόνο την οφείλει στη συνεχή του ανακύκλωση μέσω των φυτών. Τότε, βέβαια, φυτά δεν υπήρχαν. Βράχοι και νερό κάλυπταν την επιφάνεια της Γης. Μορφές, ωστόσο, ενέργειας, ουσιώδεις για τη χημική και βιολογική εξέλιξη, πρέπει να ήταν παρούσες σε αφθονία: Ηλεκτρικές εκκενώσεις στην ατμόσφαιρα και υπεριώδης ακτινοβολία, που λόγω της απουσίας οξυγόνου έφθανε ανεμπόδιστη από τον Ήλιο.

Ασφαλώς, είναι δύσκολο να φαντασθεί κανείς ότι σ' αυτόν τον ταραγμένο πλανήτη —που χαρακτηρίζεται από έντονη ηφαιστειακή δράση, μεγάλες γεωλογικές μεταβολές, και περιβάλλεται από ατμόσφαιρα δηλητηριωδών αερίων- είναι εφικτό η ζωή να κάνει το πρώτο της βήμα. Τούτο υποστηρίζεται, εν τούτοις, από εντυπωσιακά όσο και απλά πειράματα, που άρχισαν να γίνονται πριν από τέσσερις περίπου δεκαετίες. Μέσα σε δοκιμαστικούς σωλήνες που μιμούνται τη σύσταση της αρχέγονης ατμόσφαιρας και υφίστανται την επίδραση ηλεκτρικών εκκενώσεων ή υπεριώδους ακτινοβολίας, έγινε δυνατή η παραγωγή αμινοξέων των χημικών, δηλαδή, ενώσεων που ανευρίσκονται και στη δομή των βιολογικών οργανισμών.

Δεν υπάρχει αμφιβολία ότι ο δρόμος από αυτές τις χημικές ενώσεις ώς το κύτταρο -τη βασική μονάδα της ζωής- είναι μακρύς και δαιδαλώδης. Διότι το κύτταρο αποτελεί μιαν αξιοθαύμαστη σύνθεση ενός δισεκατομμυρίου μορίων, διατεταγμένων σε πολύπλοκες δομές. Μόνο στο ανθρώπινο σώμα υπάρχουν 200 περίπου ποικιλίες κυττάρων, η κάθε ποικιλία έχοντας μια ειδική λειτουργία και αποστολή να επιτελέσει. Άλλα κύτταρα συνιστούν το δέρμα, άλλα τα οστά, κάποια, ως αιμοσφαίρια, κολυμπούν στο αίμα. Το κύτταρο συνιστά μιαν εκπλήσσουσα μικρογραφία των ζωικών λειτουργιών: της κίνησης, της ανάπτυξης, της προστασίας και της αναπαραγωγής.

Οι αναγκαίες πληροφορίες γι' αυτή τη χημική πολυπλοκότητα και τις απαραίτητες δραστηριότητες του κυττάρου είναι καταγραμμένες στα γονίδια που βρίσκονται στον πυρήνα του. Είναι, όμως, πληροφορίες κωδι-

κοποιημένες· και, μάλιστα, με κώδικα μια ειδική αλφάβητο που χρησιμοποιεί μόνον τέσσερα γράμματα! Τα «γράμματα» είναι στην περίπτωση αυτή πολύπλοκα μόρια, που ονομάζονται νουκλεοτίδια. Τα ίδια τα νουκλεοτιδια συνδέονται σε ακόμα πιο πολύπλοκα μόρια. Έτσι σχηματίζονται αλυσίδες νουκλεοτιδίων που αποτελούν το περίφημο DNA — ακρωνύμιο, από τα χαρακτηριζοντα, πιθανόν, ολόκληρο τον αιώνα μας! Η ακριβής χημική ονομασία του DNA —δεσοξυριβονουκλεϊκό οξύ— αποτελεί ασφαλώς άσκηση για τη γλώσσα· άσκηση, όμως, για την επιστήμη αυτή τη φορά, απετέλεσε και η ανακάλυψη της δομής του DNA. Αποδείχθηκε ότι το DNA έχει την αναπάντεχη μορφή μιας διπλής έλικας, περίπου όπως μια στριφογυριστή σκάλα. Στέρεοι χημικοί δεσμοί συνδέουν κατακόρυφα τους δομικούς λίθους—τα διαδοχικά δηλαδή νουκλεοτιδια κάθε αλυσίδας- ενώ ασθενέστεροι δεσμοί στα πλάγια συνδέουν τις δύο ελικοειδείς αλυσίδες και συνιστούν τα «σκαλοπάτια». Η ανακάλυψη της δομής του DNA, που έγινε από τους J. Watson και F. Crick το 1953, σωστά θεωρείται μια μεγάλη στιγμή της σύγχρονης επιστήμης. Αποτέλεσε, όμως, παράλληλα και ένα «πολιτιστικό» γεγονός· με τη σωστή, και όχι την εκφυλισμένη έννοια του όρου.

Πού έγκειται όμως η σημασία του DNA για το φαινόμενο της ζωής; Τα μόρια αυτά έχουν μια κατ' αρχήν απίστευτη ιδιότητα: Ότι αυτοαντιγράφονται. Κατασκευάζουν, δηλαδή, αντίγραφα του εαυτού τους. Κάθε μια από τις δυο αλυσίδες χρησιμοποιείται σαν καλούπι για να συνθέσει την αντικρυστή της- κι έτσι από τη μια διπλή έλικα δημιουργούνται δύο. Τούτο άρχισε ασταμάτητα από τότε που άρχισε η ζωή και θα διαρκέσει όσο εκείνη.

Η αναπαραγωγή, λοιπόν, των φυτών και των ζώων έχει ως βάση την αναπαραγωγή των κυττάρων, βάσει σχεδίων που μεταφέρονται από το DNA. Προς τούτο, τα μόρια του DNA κατασκευάζουν πρώτα ένα ακριβές αντίγραφο του εαυτού τους. Τα αντίγραφα αυτά μεταναστεύουν σε αντίθετες περιοχές του κυττάρου, το κύτταρο διαχωρίζεται κατά μήκος και δύο πανομοιότυπα κύτταρα δημιουργούνται. Η ζωή για τον καθένα μας αρχίζει από ένα μόνο κύτταρο: το μητρικό ωάριο, που τη στιγμή της γονιμοποίησης περιέχει ένα και μοναδικό αντίγραφο των σχεδίων. Τότε όμως αποκτά και ένα δεύτερο από το σπερματοζωάριο. Το γονιμοποιημένο ωάριο διπλασιάζει το DNA και διαιρείται σε δύο, δίδοντας στο καθένα θυγατρικό κύτταρο το δικό του διπλό αντίγραφο. Διαδοχικές διαιρέσεις καταλήγουν σε ένα σύνολο 10^{14} —εκατό τρισεκατομμυρίων!— κυττάρων στον ενήλικο άνθρωπο.

Ένα βακτήριο, μια μέλισσα ή ο άνθρωπος έχουν, συνεπώς, δομές κατ'

επιταγήν των μορίων DNA των κυττάρων τους. Τα σχέδια, όμως, του ανθρώπου που ενυπάρχουν σε κάθε κύτταρο, αποτελούνται από τρία δισεκατομμύρια νουκλεοτιδια των τεσσάρων ειδών. Οι διάφοροι τρόποι να συνδυασθούν αυτά τα νουκλεοτιδια είναι, προφανώς, ανεξάντλητοι˙ υπολογίζεται ότι αντιστοιχούν σε όλους τους δυνατούς συνδυασμούς γραμμάτων, είτε έχουν νόημα είτε όχι, σε ένα βιβλίο ενός εκατομμυρίου σελίδων. Είναι γνωστές, άλλωστε, οι εκπληκτικές δυνατότητες πληροφοριών που χαρακτηρίζουν τους σύγχρονους υπολογιστές. Εκείνοι, εν τούτοις, στηρίζονται στο «δυϊκό σύστημα», δηλαδή ένα διγράμματο αλφάβητο, ενώ το DNA χρησιμοποιεί τετραγράμματο.

Μετά από αυτά, δεν είναι περίεργη η αδιανόητη ποικιλία έμβιων μορφών ύλης. Διότι οι ζωντανοί οργανισμοί διαβάζουν το αλφάβητο του DNA και είναι γνώστες άριστοι της γλώσσας του. Όπως είναι ευνόητο, το DNA του ανθρώπου είναι πολύ μεγαλύτερο και ουσιωδώς διαφοροποιημένο από το DNA των μονοκύτταρων προγόνων, απ' όπου και ο άνθρωπος κατάγεται.

Ο τρόπος που αυτό το αξιοθαύμαστο μόριο, το «αθάνατο σπείρωμα» όπως ονομάσθηκε, κάνει την εμφάνιση του στη Γη, θέλει ασφαλώς αρετήν και τόλμη για να κατανοηθεί. Διότι από τα απλά μόρια, που με αισιοδοξία δέχεται κανείς ότι σχηματίσθηκαν με τη δράση των κεραυνών ή της υπεριώδους ακτινοβολίας, έως τον σχηματισμό του πρώτου «αυτοαντιγραφέα», απαιτείται ένα τεράστιο άλμα. Η σύγχρονη Βιολογία υποθέτει ότι η διαδικασία αυτή χρειάστηκε εκατομμύρια χρόνια και ότι τα απλά οργανικά μόρια συμπυκνώνονται τοπικά, πιθανόν στις ακτές ή σε μικρές λίμνες και βαλτονέρια. Άπειροι συνδυασμοί πρέπει να έγιναν σ' αυτόν τον αρχέγονο «ζωμό», που δεν είχαν ιδιαίτερη σημασία ή εξαφανίσθηκαν, έως ότου αναδυθούν τα βασικά για τη βιολογική εξέλιξη μόρια. Από τη μια μεριά ένζυμα και άλλες πρωτεΐνες, που αποτελούνται από αλυσίδες αμινοξέων από την άλλη, DNA ή παρεμφερή μόρια (RNA) που αποτελούνται από αλυσίδες νουκλεοτιδίων. Κάποτε τα μόρια DNA (ή RNA) «ανακάλυψαν» πώς να σχηματίζουν αντίστοιχα μόρια πρωτείνης-έμαθαν, δηλαδή, να μεταφράζουν αλυσίδες από τη γλώσσα των νουκλεοτιδίων στη γλώσσα των αμινοξέων. Αυτή η μετάφραση είναι και σήμερα ένα βήμα κεντρικής σημασίας στην υλοποίηση των σχεδίων του DNA μέσα σε κάθε κύτταρο.

Πάντως, η αυτόματη σύνθεση των πρώτων αλυσιδωτών μορφών που είχαν την ικανότητα της αντιγραφής και της μετάφρασης σε διαφορετικά μόρια φαίνεται από πρώτη σκοπιά εξαιρετικά απίθανη. Οι περισσότεροι βιολόγοι πιστεύουν ότι τούτο συνέβη με επίμονες δοκιμές συνδυασμού

απλών χημικών ενώσεων κατά τη διάρκεια της πρώτης φάσης της γήινης ιστορίας˙ φάσης που διήρκεσε ένα δισεκατομμύριο χρόνια. Την πιθανότητα παραγωγής με αυτό τον τρόπο ενός μορίου ικανού να αναπαράγεται, ο Fred Hoyle, σφορδός πολέμιος παρόμοιων απόψεων, τη συγκρίνει με την πιθανότητα να συναρμολογηθεί και να είναι έτοιμο να πετάξει ένα μεγάλο αεροπλάνο, καθώς ο άνεμος φυσά και μετακινεί τα εκατομμύρια εξαρτήματά του, τα ατάκτως ερριμμένα σε μια περιοχή.

Μια εναλλακτική ιδέα, η οποία περισσότερο συμβαδίζει με την ενδιάθετη ανθρώπινη ανάγκη, είναι ότι οι πρόδρομοι της ζωής στον πλανήτη μας παρήχθησαν σε πολύ μεγαλύτερο χρόνο και τόπο: Στα διαστρικά νέφη! Εκεί, πράγματι, υπό τα έκπληκτα βλέμματα των επιστημόνων, έχουν εντοπισθεί διάσπαρτες χημικές ενώσεις, κυρίως του άνθρακος. Δεν υπάρχει αμφιβολία ότι οι ενώσεις αυτές, με την έκθεσή τους στην ενεργειακή ακτινοβολία του ενός ή του άλλου άστρου, μπορούν να παραγάγουν προδρόμους της ζωής, εξίσου αποτελεσματικά όπως και στη Γη.

Άλλωστε, η ιστορία ενός διαστρικού νέφους αρχίζει πολλά δισεκατομμύρια χρόνια ενωρίτερα, γεγονός που αφήνει μεγάλα περιθώρια χρόνου για τις αναγκαίες χημικές διεργασίες που προηγούνται της ζωής. Δεν αποκλείεται λοιπόν η Γη, που, ούτως ή άλλως, προέρχεται από ένα παρόμοιο αστρικό νέφος, να δέχθηκε κατά τα πρώτα στάδια της υπάρξεώς της μια παρόμοια ευεργετική σπορά από το διάστημα. Ενδεχομένως με τη μεσολάβηση των κομητών, που ταξιδεύουν αδιάκοπα ανάμεσα στο κέντρο του Ηλιακού συστήματος και το διάστημα. Υπάρχει, άλλωστε, και η τολμηρή άποψη ότι ακόμη και τα πρώτα αυτοαντιγραφόμενα μόρια εμφανίστηκαν αρχικά στην κεφαλή ενός νεαρού κομήτη και μεταφέρθηκαν αυτούσια στη Γη.

Εάν πάντως δεχθεί κανείς ότι, με κάποιον τρόπο, τα μόρια DNA κάνουν την εμφάνισή τους στη Γη, ο δρόμος έκτοτε προς το κύτταρο, παρ' όλο που επίσης δυσδιάκριτος, στηρίζεται τουλάχιστον σε κατανοητές χημικές διεργασίες. Διότι η αλυσίδα των μορίων DNA δεν περιέχει απλώς ένα σύνολο σχεδίων για την αναπαραγωγή. Επιβλέπει, επίσης, και στην υλοποίηση αυτών των σχεδίων, μεταφράζοντας τα σε σωματικές δομές. Τούτο γίνεται έμμεσα, με τη βοήθεια του «αγγελιαφόρου» RNA, ουσίας παρόμοιας σε σύσταση με το DNA. Εάν το περιβάλλον διαθέτει αμινοξέα, δίδονται οδηγίες για τη σύνθεση πρωτεϊνών. Οι πρωτεΐνες παίζουν στο εξής καθοριστικό ρόλο στη βιολογία του κυττάρου και ελέγχουν σε σημαντικό βαθμό τις χημικές διεργασίες του.

Μια «μονάδα», που εμφανίζει κάποια χαρακτηριστικά ζωής, έχει συνεπώς με κόπο σχηματισθεί. Διότι, και όσο υπάρχει στο υγρό περιβάλλον

της μικρής λίμνης ή βάλτου η «πρώτη ύλη», αυτή η μονάδα είναι σε θέση να παράγει «αντίγραφα» με την ανάλωση των οργανικών ενώσεων της πρώτης ύλης. Όπως έγραψε ένας βιολόγος, «Η ιζηματική λάσπη έγινε επιθετικότερη από χημική άποψη. Οι ηθοποιοί επαναστατούν και αναλαμβάνουν τον ρόλο του σκηνοθέτη».

Είναι αλήθεια ότι η Βιολογία έχει διευκρινίσει πολλά σε ό,τι αφορά τους ηθοποιούς και τους σκηνοθέτες της ζωής. Αυτό που δεν έχει διευκρινισθεί ούτε από αυτήν, ούτε από κανέναν άλλο, είναι το νόημα του έργου που παίζεται.

Η ζωή διδάσκεται από τα λάθη της

ΚΑΘΟΡΙΣΤΙΚΉ ΣΤΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΊΑ ΤΗΣ ΑΝΑΠΑΡΑΓΩΓΉΣ είναι, κάποια στιγμή, η λεγόμενη «μετάλλαξη». Η παραγωγή, δηλαδή, αντιγράφων που δεν είναι ακριβή, αλλά που διαφέρουν σε μια ή περισσότερες λεπτομέρειες από τα αρχικά. Το «λάθος» αυτό της φύσης —και αν μπορεί να αποκληθεί λάθος!— είναι το έναυσμα της φυσικής επιλογής. Οι μοριακές αλυσίδες που θα επιβιώσουν ύστερα από σκληρό αγώνα υπάρξεως έχουν καλύτερες ικανότητες αναπαραγωγής και προσαρμοστικότητας από τις αρχικές. Η ζώσα ύλη «βελτιώνει» διαρκώς τον εαυτό της. Είναι μια αργή διαδικασία προς περισσότερο πολύπλοκες, αλλά πιο εξειδικευμένες μονάδες. Σε αντίθεση όμως με τη βελτίωση ενός αυτοκινήτου ή μιας μηχανής, η φύση είναι ταυτόχρονα σχεδιαστής και κατασκευαστής. Δεν έχει, λοιπόν, τη δυνατότητα να σχεδιάσει εκ νέου τις ζώσες μονάδες της. Μπορεί, απλώς, να προχωρήσει προς ανώτερη οργάνωση, επιφέροντας ή δοκιμάζοντας μικρές αλλαγές στο αρχικό σχέδιο, το αποτυπωμένο στα μόρια DNA.

Όπως και να 'χει το πράγμα, και είτε η εμφάνιση της αυτοαναπαραγόμενης χημικής ενώσεως υπήρξε συμβάν αιφνιδιαστικό είτε απετέλεσε το τελικό προϊόν αναρίθμητων δοκιμών ενώ παρήρχοντο οι αιώνες, η εξέλιξη προς συνθετότερες μορφές πλησιάζει σταθερά την πολυπλοκότητα της ζωντανής ύλης. Το κύτταρο, με το προστατευτικό του περίβλημα και τις εξειδικευμένες λειτουργίες των μερών του, αποτελεί ασφαλώς σταθμό σ' αυτή την εξέλιξη. Πιστεύεται ότι η εμφάνιση μονοκυττάρων οργανισμών που προσομοίαζαν στα σημερινά μικρόβια έγινε πριν από 3 δισεκατομμύρια χρόνια ή και περισσότερο. Κυτταρικά, πάντως, λείψανα από χλωροφύκη, που είναι οργανισμοί προηγμένοι σε σχέση με τα μικρόβια, ανακαλύφθηκαν σε γεωλογικά απολιθώματα ηλικίας δύο δισεκατομμυρίων ετών.

Με την τάση για συμβίωση και συνεργασία, που σ' έναν ανταγωνιστικό κόσμο δίδει περισσότερες πιθανότητες επιβίωσης, οι απλοί μονοκύτταροι οργανισμοί συνθέτουν με την πάροδο του χρόνου τα πολύπλοκα κύτταρα των πιο εξελιγμένων μορφών. Η Γη είναι ακόμη επικίνδυνη για την κυοφορία της ζωής, κυρίως λόγω της υπεριώδους ακτινοβολίας που δέχεται ανυπεράσπιστη από τον Ήλιο.

Καθώς όμως νέες ποικιλίες ζώντων οργανισμών παρουσιάζονται, μια σημαντική αλλαγή χαρακτηρίζει τη σύσταση της ατμόσφαιρας. Κάποιοι πρόγονοι των σημερινών φυτών χρησιμοποιούν το ηλιακό φως και, με τη διαδικασία της φωτοσύνθεσης, απελευθερώνουν οξυγόνο. Η ατμόσφαιρα εμπλουτίζεται με οξυγόνο, ενώ στα ανώτερα στρώματα της σχηματίζεται το όζον -με μοριακή δομή τριών ατόμων οξυγόνου- που έχει την ικανότητα να απορροφά την υπεριώδη ακτινοβολία και, συνεπώς, να προστατεύει τη Γη.

Η σημερινή εικόνα του κύκλου της ζωής αρχίζει να αναδύεται. Οι ζωικοί οργανισμοί εκτρέφονται με οργανικές ύλες και τις καίνε με τη βοήθεια του οξυγόνου· ενώ τα φυτά αναπτύσσονται και διαβιούν με τη βοήθεια του ηλιακού φωτός, απελευθερώνοντας συνεχώς οξυγόνο. Όσο γνωρίζουμε, πάντως, ο παλαιότερος πολυκύτταρος οργανισμός πρέπει να ήταν κάποιο είδος μέδουσας, που έκανε την εμφάνιση του πριν από 700 εκατομμύρια χρόνια. Τα πρώτα είδη ιχθύων εμφανίσθηκαν πολύ αργότερα, πριν από 500 περίπου εκατομμύρια χρόνια. Είναι αξιοσημείωτο ότι, για πολύ μεγάλο διάστημα της ηλικίας της Γης, η παρουσία της ζωής περιορίζεται σε υδάτινους χώρους, σε λίμνες και ωκεανούς.

Η εξέλιξη των ζωικών ειδών

Η ΔΡΑΜΑΤΙΚΉ ΕΞΟΔΟΣ ΤΗΣ ΖΩΗΣ ΑΠΟ ΤΑ ΥΔΑΤΑ πρέπει να έγινε πριν από 300 ίσως εκατομμύρια χρόνια, ενώ ο πλανήτης χαρακτηρίζεται ακόμη από αδιάκοπη γεωλογική και ηφαιστειακή δραστηριότητα. Το υπέρθερμο εσωτερικό προκαλεί αλλαγές μικρής ή μεγάλης κλίμακας. Τα ποτάμια, οι οροσειρές και οι κοιλάδες προσδίδουν σιγά-σιγά στη Γη τη γνώριμη εικόνα της. Όσον αφορά στους μεγάλους ζωντανούς οργανισμούς, είναι η εποχή των ερπετών. Απόγονοι κάποιων ειδών σπονδυλωτών αμφιβίων, τα ερπετά, όπως μαρτυρούν τα απολιθώματα, κατέλαβαν κάθε γωνιά του πλανήτη μας. Καθώς διέθεταν σκελετό και πιο ανεπτυγμένο εγκέφαλο, τα ερπετά μπορεί να θεωρηθούν οι πρόγονοι του ποικίλου ζω-

ικού κόσμου της παρούσας εποχής. Των πουλιών και των θηλαστικών, μαζί και του ανθρώπου.

Τα ευρήματα απολιθωμάτων δείχνουν επίσης ότι, ενώ πολλές μορφές ζωής εξαφανίζονται —περίπου το 99% από όσες εμφανίσθηκαν κάποια στιγμή δεν υπάρχουν σήμερα!— εκείνες που επιβιώνουν επιδεικνύουν διαρκώς και περισσότερη πολυπλοκότητα. Η φυτική ζωή ανθεί επίσης. Καταπράσινα δάση καλύπτουν μέρος της γήινης επιφάνειας, ενώ τα χρώματα των λουλουδιών -που προκαλούν τον θαυμασμό μας σήμερα- εξυπηρετούν απλώς την ανάγκη της προσελκύσεως των εντόμων για τη γονιμοποίησή τους.

Το σημαντικότερο, πάντως, γεγονός αυτής της περιόδου αποτελεί η εμφάνιση των θηλαστικών. Η χώνευση της τροφής στα θηλαστικά τους προσδίδει την απαραίτητη θερμότητα για την αντιμετώπιση του ψύχους, ενώ βαθμιαία ο αρχικός κύκλος της αναπαραγωγής με την εναπόθεση αυγών μετασχηματίζεται στη γέννηση ανεπτυγμένου εμβρύου και στον θηλασμό. Για δεκάδες εκατομμύρια χρόνια, ωστόσο, τα θηλαστικά αναπτύσσονται και επιβιώνουν μάλλον στο περιθώριο. Ο λόγος είναι ότι στις θάλασσες, στον αέρα και στη γη του πλανήτη μας κυριαρχούν οι φοβεροί δεινόσαυροι. Εύστοχος συνδυασμός των ελληνικών λέξεων «δεινός» και «σαύρα», τα υπερμεγέθη αυτά ερπετά πρέπει να είχαν ιδιαίτερες ικανότητες. Ικανότητες ως προς τη δύναμη, την ευελιξία και, αντίθετα απ' ό,τι ίσως πιστευόταν στην αρχή, τη νόηση. Έτσι μόνο ερμηνεύεται ότι «κληρονομούν» τη Γη για ένα διάστημα που υπερβαίνει τα 100 εκατομμύρια χρόνια. Ας σημειωθεί ότι ο σημερινός κυρίαρχος της Γης —ο άνθρωπος— φέρει αυτόν τον τίτλο για λιγότερο από δύο εκατομμύρια χρόνια.

Εν τούτοις, σε μια χρονική περίοδο που τοποθετείται πριν από 65 εκατομμύρια χρόνια, οι δεινόσαυροι εξαφανίζονται παντελώς. Όπως φαίνεται από τα απολιθώματα, μαζί τους εξαφανίζονται πάμπολλα είδη ερπετών, πτηνών και θηλαστικών και μεγάλο μέρος από τη φυτική βλάστηση. Πρόκειται για μια εκτεταμένη, ανεπανάληπτη βιολογική καταστροφή. Παρά την έκταση, ωστόσο, και τις δραματικές συνέπειες αυτής της καταστροφής, κοινά αποδεκτή ερμηνεία της δεν έχει δοθεί μέχρι σήμερα. Οι υποθέσεις ποικίλλουν από κάποιας μορφής επιδημία ή κλιματική αλλαγή μέχρι κάποια τρομακτική σεισμική δράση, πτώση μετεωριτών ή ακόμη και κοντινή στη Γη έκρηξη υπερκαινοφανούς.

Ενώ όμως πολλοί προβληματίζονται για τις αιτίες, κανείς δεν αμφιβάλλει για τη σπουδαία αλλαγή που συνεπάγεται η εξαφάνιση των δεινοσαύρων. Διότι είναι αυτή που επιτρέπει στο εξής τη ραγδαία εξάπλωση και ανάπτυξη των θηλαστικών, του ανθρώπινου είδους μη εξαιρουμένου.

Διαρκώς προσαρμοζόμενα στο περιβάλλον και στις ανάγκες, τα θηλαστικά παρουσιάζουν, σε μικρό χρονικό διάστημα, πάμπολλα και διαρκώς πιο ανεπτυγμένα είδη· ανάμεσα τους είναι οι πρόγονοι του σημερινού αλόγου, του ελέφαντα ή της φάλαινας. Αργά αλλά σταθερά, η βιολογική εξέλιξη προχωρεί προς την κορυφαία της πράξη, την εμφάνιση του ανθρώπου.

VI. Ο άνθρωπος παρών στο κοσμικό παιχνίδι

Ο μηχανισμός της εξελίξεως

Η ΠΟΡΕΙΑ ΑΠΟ το ΠΡΩΤΟ ΠΟΛΥΠΛΟΚΟ ΜΟΡΙΟ που έχει την ικανότητα να αναπαράγεται, στον πολυπλοκότερο επί της Γης οργανισμό, τον άνθρωπο, είναι πορεία μακρά. Διαρκεί κοντά στα τέσσερα δισεκατομμύρια χρόνια. Σφραγίζει, συνεπώς, ένα μεγάλο μέρος -που πλησιάζει το ενενήντα τοις εκατό!- της ηλικίας του πλανήτη μας, αλλά και ικανό ποσοστό της ηλικίας του ίδιου του Σύμπαντος.

Τους δύσβατους δρόμους και τις στενές ατραπούς αυτής της πορείας, πέρα από τους ωραίους μύθους ή τη θρησκευτική πίστη, μπορεί κανείς να ακολουθήσει μόνον με τη Θεωρία της Εξελίξεως. Τα ευρήματα οργανισμών σε απολιθώματα δεν αφήνουν περί αυτού πολλές αμφιβολίες: Με την πάροδο του χρόνου, οι ζωικοί οργανισμοί εξελίσσονται σε πολυπλοκότητα. Επιπρόσθετα, τα μέλη κάθε είδους δείχνουν ουσιώδεις, κάποτε, παρεκκλίσεις από έναν αρχικό πρόγονο. Στηριζόμενος σε πολλά παρόμοια στοιχεία, ο Charles Darwin δημοσιεύει, στα μέσα του προηγούμενου αιώνα, τη μνημειώδη «Καταγωγή των ειδών», βιβλίο από τα σημαντικότερα της ανθρώπινης ιστορίας. Η Δαρβινική Θεωρία της Εξελίξεως έχει έκτοτε εμπλουτισθεί ή και αναθεωρηθεί σε πολλά σημεία της. Η βασική της ωστόσο αντίληψη, παραμένει επιστημονικά αναντίρρητη: Τον μηχανισμό της εξελίξεως κινεί η φυσική επιλογή. Μόνον εκείνες οι παραλλαγές των βιολογικών ειδών που είναι ικανές να αντιμετωπίσουν ένα διαρκώς μεταβαλλόμενο περιβάλλον προώρισται να επιβιώσουν. Από απόγονο μάλιστα σε απόγονο, τα «χρήσιμα» για την επιβίωση τους χαρακτηρι-

στικά ενισχύονται. Με τα λόγια του ίδιου του Δαρβίνου: «Η φυσική επιλογή εξετάζει προσεκτικά κάθε μέρα και κάθε ώρα τον κόσμο, τις πιο μικρές μεταβολές του, απορρίπτοντας όσες είναι κακές, κρατώντας και αθροίζοντας τις καλές, δουλεύοντας σιωπηλά και ανεπαίσθητα». Καθώς, έτσι, ο μύθος του αμετάβλητου των ζώντων οργανισμών καταρρέει, δεν είναι περίεργη η σφοδρή αντίθεση που εκδηλώθηκε, και όχι μόνο από θρησκευτικό φανατισμό, προς τη Δαρβινική Θεωρία. Το ανθρώπινο πνεύμα αρέσκεται στο δόγμα ή στην επανάπαυση. Η εκθρόνιση της Γης ως Κέντρου του Ηλιακού συστήματος από τον Κοπέρνικο, όπως και η ιδέα της συνεχούς ροής των πάντων του Ηράκλειτου, αντιβαίνουν στην Αριστοτελική λογική ότι τα γήινα δεν αλλάζουν, και αντιμετωπίσθηκαν με παρόμοια εχθρότητα.

Είδαμε, ωστόσο, ότι οι μυριάδες παραλλαγές των ζωικών ειδών έχουν τη ρίζα τους στον γενετικό κώδικα. Πράγματι, ένα «λάθος» στη διαδικασία αντιγραφής του DNA —σ' ένα μόνο ίσως μόριο από τα εκατομμύρια που το αποτελούν— οδηγεί σε αλλοίωση των εντολών που συνιστούν τον κώδικα αυτόν. Είναι οι τυχαίες, απ' ό,τι φαίνεται, μεταλλαγές του γενετικού κώδικα, και όχι η πιστότητα στην κληρονομική του μεταβίβαση, που δημιουργούν την ποικιλία στα χαρακτηριστικά κάθε είδους· είτε αυτά είναι το χρώμα των ματιών είτε το ύψος, ακόμη όμως και οι διανοητικές ικανότητες. Η σύνθεση της Θεωρίας της Εξελίξεως με τη Μοριακή Βιολογία και τη Γενετική —σύνθεση που συχνά αποκαλείται «νεοδαρβινισμός»— αποτελεί δραστήριο πεδίο της σύγχρονης επιστήμης. Για τον πρόσθετο λόγο ότι η πλήρης κατανόηση των βιολογικών δομών της κληρονομικότητας θα οδηγήσει και στην ανθρώπινη επ' αυτών επέμβαση, για το καλό ή το κακό.

Το ότι ο άνθρωπος βρίσκεται εγγύτατα στο σημείο να επέμβει ο ίδιος —και όχι μόνο η τύχη ή η αναγκαιότητα— στα γονίδια που καθοδηγούν τα κληρονομούμενα χαρακτηριστικά του χαρακτηρίζει, περισσότερο ίσως από οτιδήποτε άλλο, την απίστευτη εξέλιξη του. Είναι κατανοητό, λοιπόν, ως συνέπεια θρησκευτικών επιρροών, αλλά και ματαιοδοξίας βαθύτατης, να θίγεται από την κυριαρχούσα άποψη της επιστήμης, που αποδίδει στο ανθρώπινο είδος κοινές καταβολές με κοινωνίες πιθήκων. Τούτο, ωστόσο, και όσο εμπιστεύεται κανείς τις ενδείξεις από τα απολιθώματα και τις σύγχρονες μελέτες συμπεριφοράς, αποτελεί γεγονός μάλλον αναμφισβήτητο. Από όλα τα ζωικά είδη που διαβιούν στις θάλασσες και τις στεριές του πλανήτη μας, ο χιμπατζής και ο γορίλας είναι οι πλησιέστεροι συγγενείς μας. Πρόσφατες μάλιστα έρευνες οδηγούν στο συμπέρασμα ότι διαθέτουν κοινά με μας το ενενήντα εννιά τοις εκατό των γονιδίων.

Τούτο δεν σημαίνει, όπως είναι η διαδεδομένη πλάνη, ότι ο άνθρωπος κατάγεται από τον πίθηκο. Αλλά ότι και ο άνθρωπος και ο πίθηκος έχουν έναν κοινό πρόγονο, δυσδιάκριτο εξαιτίας των πολλών αλλαγών που έχουν επισυμβεί στο περιβάλλον και στον γενετικό κώδικα. Ο δυσδιάκριτος αυτός πρόγονος εντοπίζεται στα πρωτεύοντα θηλαστικά —κατηγορία θηλαστικών ζώων, στην οποία κατατάσσεται και ο άνθρωπος— που αναπτύχθηκαν κυρίως μετά την εξαφάνιση των δεινοσαύρων. Αυτοί οι «πρωτοπίθηκοι» υποχρεώθηκαν, πιθανόν από την ανάγκη για αναζήτηση τροφής, να αποικήσουν τα δέντρα και να προσαρμοσθούν στο καινούργιο αυτό περιβάλλον. Η διαβίωση των πρωτοπιθήκων στα δέντρα, που διαρκεί δεκάδες εκατομμύρια χρόνια, τους εξόπλισε με ικανή όραση, ευκινησία και δεξιότητα στα χέρια. Χαρακτηριστικά προερχόμενα από αργές γενετικές αλλαγές, απαραίτητα όμως για την επιβίωση στις ιδιαίτερες απαιτήσεις του νέου πεδίου δραστηριότητας και κατοικίας.

Ασφαλώς, μερικά από τα είδη των πρωτοπιθήκων θα εξέλιπαν, επειδή οι γενετικές αλλαγές δεν ευνοούσαν τη φυσική τους επιλογή. Τα διαρκώς βελτιούμενα όμως είδη, που επεκράτησαν, αυξάνουν τον πληθυσμό τους με γρήγορο ρυθμό˙ και τούτο είναι επόμενο να οδηγήσει σε μια νέα πάλι έλλειψη τροφής. Κάποια είδη, συνεπώς, που προσεγγίζουν κατά πολύ τον σημερινό πίθηκο, αναγκάζονται, πριν από 30 εκατομμύρια χρόνια, να επανέλθουν στο έδαφος και να αναζητήσουν τροφή και στέγη σε κοντινές στα δάση περιοχές. OL μακρινοί αυτοί πρόγονοι του ανθρώπου, σ' έναν συνεχή ανταγωνισμό με όμοια ή ανόμοια δημιουργήματα της εξελίξεως, αναπτύσσουν συνεχώς τον εγκέφαλό τους και κατακτούν τις πρώτες υποτυπώδεις τεχνικές δεξιότητες. Η βιολογική οδός που θα οδηγήσει στα είδη των πιθήκων που απαντώνται σήμερα στον πλανήτη -και αργότερα στο ανθρώπινο είδος- διανύεται στο εξής χωρίς μεγάλα εμπόδια.

Το ποιος, ωστόσο, πού και πότε μπορεί να διεκδικήσει τον τίτλο του πρώτου «πραγματικού» ανθρώπου, παραμένει ένα ζήτημα με μεγάλη ασάφεια. Εν πολλοίς, είναι ασφαλώς θέμα ορισμού. Τα ευρήματα άλλωστε των ανθρωπολόγων, περιορισμένα μέχρι στιγμής και διάσπαρτα, αφήνουν περιθώρια για έντονες αμφισβητήσεις. Κρανία που προσομοιάζουν με τα ανθρώπινα ανευρέθηκαν σε πολλά σημεία της γης —την Ιάβα, τη Γαλλία, την Αφρική— και αποδίδονται στον Homo erectus, ανθρωποειδές με μεγάλη ικανότητα στα χέρια και με όρθιο βάδισμα. Ο Homo erectus πρέπει να έζησε πριν από ένα εκατομμύριο χρόνια. Ακόμη παλαιότερα ευρήματα στους τροπικούς της Αφρικής, που έχουν ηλικία δύο ή και περισσότερα εκατομμύρια χρόνια, ανήκουν στον Αυστραλοπίθηκο,

μικρόσωμο ον με χαρακτηριστικά ενδιάμεσα μεταξύ του πιθήκου και του ανθρώπου.

Κοντινοί πρόγονοι του σημερινού ανθρώπου, πάντως, θεωρούνται οι παραλλαγές που έζησαν πριν από μερικές εκατοντάδες χιλιάδες χρόνια. Τούτο δεν θίγει πολύ τον εγωισμό μας. Διότι οι άνθρωποι αυτοί, με χαρακτηριστικό εκπρόσωπο τον άνθρωπο του Νεάντερνταλ, ήδη χρησιμοποιούν πέτρινα εργαλεία και έχουν επαρκή ανάπτυξη του εγκεφάλου. Έτσι δικαιολογείται η προσωνυμία του σοφού ανθρώπου —Homo sapiens— με την οποία αυτοπροσαγόρευσε ο σημερινός άνθρωπος το είδος του.

Η ασάφεια της ιστορίας μας ως είδους δεν πρέπει, πάντως, να εκπλήσσει τον αναγνώστη. Περισσότερο από το ενενήντα εννιά τοις εκατό αυτής της ιστορίας έχει ως μόνες της πηγές ευρήματα παλαιοντολογικά.

Η ιδιαιτερότητα του ανθρώπου

ΑΥΤΟ ΠΟΥ ΧΑΡΑΚΤΗΡΊΖΕΙ και συγχρόνως διαφοροποιεί τον άνθρωπο από άλλα δημιουργήματα της εξελίξεως είναι η ποιότητα αλλά και η ανάπτυξη του νευρικού συστήματος. Μέσω αυτού του συστήματος και του εγκεφάλου, που αποτελεί την ανώτατη ιεράρχηση του, ελέγχεται κάθε πνευματική ή φυσική δραστηριότητα και διατηρείται η επικοινωνία με το περιβάλλον. Ο εγκέφαλος αποτελεί πηγή κάθε σκέψεως ή αισθήματος και συνιστά μια οργάνωση της ύλης που δεν έχει την παράλληλη της στο προσιτό, τουλάχιστον, Σύμπαν. Υποτυπώδες νευρικό σύστημα έχουν, βέβαια, και οι απλούστεροι οργανισμοί. Για παράδειγμα, στοιχειώδη εσωτερική επικοινωνία παρουσιάζουν νευρικά κύτταρα της «ύδρας»- ενώ, αντίθετα, στα κοινά σφουγγάρια τα κύτταρα είναι απομονωμένα, και, όπως συμβαίνει τότε και στα πράγματα της ζωής, δεν είναι ικανά για σπουδαίο έργο. Η πραγματική ευφυΐα απαιτεί όχι μόνον τη συνεργασία αλλά και την εξειδίκευση πολυάριθμων κυττάρων.

Καθώς η εξέλιξη προχωρεί, το νευρικό σύστημα διαρκώς αναπτύσσεται ποσοτικά και ποιοτικά. Ο πρώτος υποτυπώδης εγκέφαλος, ως συσσώρευση κεντρική πολλών κυττάρων, ίσως διαμορφώθηκε πριν από ένα δισεκατομμύριο χρόνια. Το πιο ενδιαφέρον όμως βήμα στην ανάπτυξη του εγκεφάλου παρουσιάζεται στα θηλαστικά. Και τούτο, ύστερα από πολυάριθμες ασφαλώς γενετικές μεταλλαγές, που, εφόσον δεν οδηγούσαν σε βιολογικά αδιέξοδα, βελτίωναν τις ικανότητες του. Ο συνδυασμός τώρα επιδεξιότητας στα χέρια, τριδιάστατης οράσεως και αμφίδρομης επικοινωνίας με το περιβάλλον μέσω του εγκεφάλου συνιστά ένα σύστημα

που προοιωνίζεται την επιβίωση των θηλαστικών και τη λειτουργική τους αποθέωση στον Homo sapiens. Είναι ενδεικτικό ότι ο τελευταίος διαθέτει τον μεγαλύτερο εγκέφαλο για το βάρος του από όλα τα ζωντανά είδη, με δεύτερο το δελφίνι. Σε ένα έντομο, ήδη, η πολυπλοκότητα της δομής του εγκεφάλου είναι αξιοσημείωτη: αποτελείται από δέκα έως εκατό χιλιάδες νευρικά κύτταρα. Τον ανθρώπινο εγκέφαλο συνιστούν εν τούτοις, συνεργαζόμενα αρμονικά και με πολυάριθμες εξειδικεύσεις, περί τα δέκα δισεκατομμύρια κύτταρα! Η συνήθης σύγκρισή του με έναν εξελιγμένο υπολογιστή όχι μόνον αδικεί τον ανθρώπινο εγκέφαλο, αλλά και αποδεικνύει άγνοια για τις αξιοθαύμαστες αρετές του. Όπως παρατηρεί ο J. Bronowski «Δεν είμαστε υπολογιστές για να ακολουθήσουμε δρόμους χαραγμένους από τη στιγμή της γέννησής μας. Αν αποτελούμε κάποιο είδος μηχανής, τότε είμαστε μηχανές μάθησης. Και οι διαδικασίες της μάθησης πραγματοποιούνται σε συγκεκριμένες περιοχές του εγκεφάλου».

Η ανάπτυξη, πράγματι, του νευρικού συστήματος και του εγκεφάλου που χαρακτηρίζει το ανθρώπινο είδος, επιφέρει μια βαθύτατη αλλαγή στην ίδια την πορεία της εξελίξεως. Δεν είναι πλέον μόνο οι γενετικές ιδιότητες που κληρονομούνται, αλλά και οι εμπειρίες που, μέσω της γλώσσας ή της μνήμης, μεταβιβάζονται από γενιά σε γενιά.

Οι αργές αλλαγές που οφείλονται στον γενετικό κώδικα ή στο φυσικό περιβάλλον υπερφαλαγγίζονται, έτσι, από τις αλλαγές συμπεριφοράς που προκαλεί η παράδοση. Η παράδοση των εμπειριών, των κατακτήσεων του νου, των ιδεών. Είναι ως προς αυτό το γεγονός που διαφέρει η εξέλιξη του ανθρωπίνου είδους από εκείνην του ζωικού βασιλείου. Όχι μόνον είναι κατά πολύ ταχύτερη. Πράγμα σημαντικότερο, ο μηχανισμός της εξελίξεως δεν στηρίζεται απλώς σε αλυσίδες πυρηνικών οξέων, αλλά και στην πολύπλοκη αλληλεπίδραση της διανοίας με το περιβάλλον.

Από αυτήν την άποψη, η ιστορία του ανθρώπου χωρίζεται σε δύο άνισα μέρη. Δύο εκατομμύρια χρόνια, ή και περισσότερα, αναλώνονται για τη μετάβαση από τον Αυστραλοπίθηκο της κεντρικής Αφρικής στον Homo sapiens: Είναι η βιολογική του εξέλιξη. Σε λιγότερα όμως από είκοσι χιλιάδες χρόνια, οι κυνηγετικές φυλές της Αφρικής ή της Αυστραλίας, υπό τον επιταχυνόμενο ρυθμό της πολιτιστικής εξέλιξης, γίνονται οι σημερινοί άνθρωποι. Καλλιτέχνες ή επιστήμονες, επινοητές τεχνολογικών εξελίξεων, με συνείδηση του κόσμου και του εαυτού τους, πλούσιοι σε εμπειρίες ή γνώσεις.

«Η εξέλιξη στο ανθρώπινο επίπεδο», γράφει ο J. Huxley, «παρ' όλο που καλύπτει ελάχιστο μέρος του γεωλογικού χρόνου, έχει ήδη αποδώσει εντελώς μοναδικά αποτελέσματα, που είναι αδύνατον να συλλάβει κανείς

σε βιολογικό επίπεδο. Για παράδειγμα, τη "Θεία Κωμωδία" του Δάντη, τους κατευθυνόμενους πυραύλους, την "Γκουέρνικα" του Πικάσο, τη Θεωρία της Σχετικότητας, τον Παρθενώνα, τις ταινίες των αδερφών Μαρξ, το στρατόπεδο συγκεντρώσεως του Μπέλσεν, τις μυστικές εμπειρίες των Βουδιστών. Έχει επίσης, και τούτο είναι το πιο εξέχον, γεννήσει αξίες».

Η ύπαρξη αξιών συνιστά, πράγματι, με μεγαλύτερη ενάργεια από άλλα, τον καθρέφτη ενός πολιτισμού.

Ο ανθρώπινος πολιτισμός

Η ΑΡΧΉ ΤΟΥ ΑΝΘΡΩΠΊΝΟΥ ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΎ —ή, για να είμαστε ακριβέστεροι, η εποχή που πρώτη παρουσιάζει στοιχεία του παρόντος πολιτισμού— τοποθετείται πριν από δέκα χιλιάδες χρόνια. Δεν είναι μάλιστα περίεργο ότι τούτο συμπίπτει με μια ριζική αλλαγή στο περιβάλλον: Είναι το τέλος μιας από τις εποχές των παγετώνων. Οι εποχές αυτές, με το δριμύ ψύχος και την κάλυψη μέρους των ηπείρων από πάγους, έχουν περιοδική εμφάνιση στη Γη και οφείλονται πιθανότατα σε αστρονομικά αίτια. Κατά κάποιο τρόπο, θυμίζουν τον εξαίσιο μύθο του Φαέθοντα, αέναα επαναλαμβανόμενο, που με το άρμα του Ήλιου ρυθμίζει τις καιρικές συνθήκες της Γης.

Καθώς οι περίοδοι των παγετώνων διαρκούν δεκάδες χιλιάδες χρόνια, είναι ευνόητη η βαθύτατη επίδρασή τους στο κλίμα και στην ανθρώπινη διαβίωση. Η τελευταία εποχή παγετώνων άρχισε ίσως πριν από εκατό χιλιάδες χρόνια. Η εποχή αυτή υποχρέωσε τους ήδη κοντινούς προγόνους του σημερινού ανθρώπου, που ήσαν κυνηγοί και συλλέκτες, σε μεγάλες προσαρμογές για να επιβιώσουν στις σκληρές της συνθήκες. Προσαρμογές ως προς την κυνηγετική τεχνολογία, την κατοικία, αλλά και τις ομαδικές μετακινήσεις -έτσι ίσως εποικίσθηκε η Αμερική- προς καταλληλότερο περιβάλλον. Περί το τέλος της εποχής των παγετώνων, μια σπουδαία μορφή τέχνης, η ζωγραφική, κάνει την εμφάνισή της. Η ζωγραφική των σπηλαίων, που χρονολογείται πριν από είκοσι χιλιάδες χρόνια, καταγράφει τις γνώσεις του κυνηγού για τα ζώα, τον κόσμο του και τους κινδύνους που τον απειλούν.

Όταν στο τέλος οι πάγοι αποτραβιούνται, μια εκτεταμένη άνοιξη αρχίζει στην Ευρώπη και στην Ασία˙ κι αυτό, πριν από δέκα χιλιάδες χρόνια. Ο επί μακρόν περιπλανώμενος άνθρωπος βρίσκεται, έτσι, σ' ένα περιβάλλον φιλικό, που του επιτρέπει να εξερευνά με άνεση τη φύση, να καλλιεργεί φυτά και να έχει οικιακά ζώα. Ο νομάς μετατρέπεται σε

αγρότη. Αυτή όμως η αγροτική «επανάσταση», που αποτελεί και την αυγή του ανθρώπινου πολιτισμού, έχει κάποιες ευρύτερες διαστάσεις. Όπως σημειώνει ο J. Bronowski, «Κάπου ανάμεσα στην καλλιέργεια των φυτών και την εξημέρωση των ζώων υπάρχει κάτι πολύ σημαντικό. Υπάρχει ένα διανοητικό άλμα, που είναι η συνειδητοποίηση από τον άνθρωπο ότι μπορεί να κυριαρχήσει στο περιβάλλον και μάλιστα στο σπουδαιότερο επίπεδο του — αυτό των ζώντων οργανισμών».

Οι ανάγκες, όμως, εξοικείωσης με τον ζωικό και φυτικό κόσμο οδηγούν σε τεχνολογικές επινοήσεις: το σφυρί, τη βίδα, το σκοινί. Έτσι, η γεωργία που αναπτύσσεται στους, μόνιμους πια, τόπους κατοικίας του ανθρώπου, δίδει το έναυσμα για την ανάπτυξη της τεχνολογίας και των πρώτων μορφών επιστήμης.

Πάντως, η τεχνολογική πρόοδος σφραγίζεται δραστικά από τη χρήση της φωτιάς. Γνωστή στον άνθρωπο από πολύ παλαιότερα, όταν ακόμα ζούσε σε σπήλαια, η φωτιά γίνεται τώρα μέσο κατασκευής αγγείων ή κατεργασίας μετάλλων. Ο τροχός, που σωστά θεωρείται σημείο καμπής για την τεχνολογία, ανακαλύπτεται στη Νότια Ρωσία πολύ αργότερα, γύρω στο 3.000 π.Χ. Με τις ευρύτατες χρήσεις του και τη συμμετρία της περιστροφής του, ο τροχός ανάγεται συχνά σε σύμβολο θεϊκής τάξεως. Έτσι, οι Βαβυλώνιοι και οι Έλληνες πλάθουν μύθους όπου ο ουρανός νοείται σαν ένας τεράστιος τροχός και ο Ήλιος άμαξα φλογοβόλος.

Η υπεροχή, όμως, του ανθρώπου από τους ζωικούς επί της Γης συγγενείς του συνδέεται, και όχι αδικαιολόγητα, με την ανάπτυξη της γλώσσας και της γραφής. Υπάρχουν βάσιμες υποθέσεις ότι υποτυπώδης γλωσσική επικοινωνία υπήρχε ήδη μεταξύ των μακρινών προγόνων του ανθρώπου. Την προκαλούσαν, ίσως, οι ποικίλες ανάγκες για το κυνήγι και την κατασκευή εργαλείων. Η γλώσσα, όμως, ως περίλαμπρο αποτέλεσμα της ομιλίας και των διανοητικών ικανοτήτων του ανθρώπου, έχει την αρχή της πολύ αργότερα, ίσως πριν από πενήντα χιλιάδες χρόνια. Αυτό υπονοούν, τουλάχιστον, η χαρακτική ή σημάδια συμβολικά, που απαντώνται σε πρωτόγονα καλλιτεχνήματα και ανευρέθησαν μέσα σε σπήλαια.

Ως προς τα πρώτα γραπτά κείμενα, η εικόνα εμφανίζεται διαυγέστερη. Οι Σουμέριοι, κάτοικοι της Μεσοποταμίας, φέρουν την τιμή ότι πριν από 6.000 χρόνια διέθεταν ανεπτυγμένη γραφή με πολυάριθμα σύμβολα εικόνων και αριθμών που αντιστοιχούσαν, συνεπώς, σε ευρύτατο λεξιλόγιο. Παλαιότερα γραπτά μνημεία, πιθανόν πάνω σε παπύρους —οι Σουμέριοι έγραφαν σε ψημένο πηλό— δεν άντεξαν ίσως τη φθορά του χρόνου. Η σημασία της γραπτής επικοινωνίας για την εξέλιξη του ανθρώπινου πολιτισμού, είναι, βέβαια, αυτονόητη. Η διάδοση των ιδεών και των γνώσεων

έχει τώρα μόνιμη και όχι παροδική την παρουσία της, ο ποιητικός ή ο φιλοσοφικός λόγος, που αναπτύσσεται με την πάροδο των αιώνων, επενεργεί προς το μέλλον και δεν περιορίζεται στο παρόν, η γλώσσα γίνεται όργανο τέχνης και όχι αποκλειστικά της ανάγκης.

Αν κάτι αξίζει να σημειωθεί εδώ, και με την πρέπουσα έμφαση, είναι η έκρηξη και η αλλαγή μορφής στη γραπτή επικοινωνία που επισυμβαίνει την τελευταία δεκαετία: τηλετυπικά και φωτοτυπικά μηχανήματα, φωτοσύνθεση του Τύπου, συγγραφή και αποθήκευση κειμένων από υπολογιστές. Εν τούτοις, λίγες εκατονταετίες έχουν περάσει από την εποχή που τα χειρόγραφα εγράφοντο με αφάνταστο μόχθο και υπομονή ή σπουδαίοι λογισμοί του ανθρώπινου πνεύματος παρέμεναν λόγος προφορικός. Το γεγονός υπογραμμίζει την επιταχυνόμενη -σε σχέση με τη βιολογική— εξωγενή εξέλιξη του ανθρώπου. Η αλλαγή συμπεριφοράς που κληρονομείται από τη γνώση και την παράδοση έχει προσλάβει σήμερα ρυθμό και έκταση ασύλληπτη.

Προϋπόθεση προφανής για την εξέλιξη αυτή είναι και η ανάπτυξη της επιστήμης. Σπέρματα της επιστήμης ανευρίσκονται ήδη στους Αιγυπτίους, με τρισχιλιετή ιερογλυφικά που υποδηλώνουν γνώση του ηλιακού ημερολογίου. Ενώ μεγαλοπρεπείς κατασκευές, όπως οι Πυραμίδες ή τα μεγαλιθικά μνημεία της Αγγλίας, προϋποθέτουν γνώσεις και χρήσεις που έχουν ως προέλευση την παρατήρηση του ουρανού. Στον σπουδαίο, άλλωστε, πολιτισμό των Μάγια, που άνθησε γύρω στα 1.000 μ.Χ. στον Ισθμό της Κεντρικής Αμερικής, η Αστρονομία κατέχει περίοπτη θέση και η μελέτη της ροής του χρόνου συναντάται στα μνημεία και τους μύθους τους. Σημείο διδακτικό ότι στους ιερείς των Μάγια, που κατείχαν και τον επίζηλο τίτλο του Αστρονόμου, είχε δοθεί το δικαίωμα να ρυθμίζουν τα της τύχης των ανθρώπων ή των πόλεων. Και τούτο, επειδή ήσαν γνώστες των μυστικών των ουράνιων σωμάτων.

Όσο κι αν η σύγχρονη επιστημονική έρευνα θεωρείται ότι αρχίζει τις τελευταίες μόνον εκατονταετίες και αναπτύσσεται εκρηκτικά τον παρόντα αιώνα περίπου —το ενενήντα πέντε τοις εκατό των επιστημόνων, σε όλη την πορεία του ανθρώπινου πολιτισμού, είναι αυτήν τη στιγμή εν ζωή!— οι ρίζες της πρέπει να αναζητηθούν πολύ ενωρίτερα. Η επιστήμη αποσκοπεί στην κατανόηση του κόσμου· αλλά το ίδιο, με τον τρόπο τους, πράττουν η θρησκεία, η φιλοσοφία, ή η τέχνη. Αν, ωστόσο, χαρακτηρίζει κάτι την επιστήμη και τις ιδέες τις επιστημονικές, είναι μια απαραίτητη συνθήκη: η στήριξή τους σε δεδομένα και στη λογική, και —πράγμα καθοριστικό— η επιβεβαίωσή τους από τον πειραματικό έλεγχο. Υπ' αυτό το πρίσμα, η επιστημονική μέθοδος έχει πράγματι την απαρχή της στην

Αρχαία Ελλάδα. Με τον λόγο δε του Αριστοτέλη απλώνει την επιρροή της στους επερχόμενους αιώνες.

Η παρούσα ανάπτυξη της επιστήμης την καθιστά, ασφαλώς, ένα μέτρο για την ανθρώπινη εξέλιξη και τον επιταχυνόμενο ρυθμό της. Είναι μια ανάπτυξη ποιοτική, αφού κατακτά συνεχώς και πολυπλοκότερα επίπεδα γνώσεως, όσο και ποσοτική, αφού κρύπτεται πίσω από κάθε τεχνολογική αλλαγή του καιρού μας. Έτσι, η κατάκτηση της Σελήνης θεωρείται περίπου ως ένα φυσιολογικό επίτευγμα, που έγινε δυνατό χάρις στη συσσώρευση λεπτομερών γνώσεων για το Ηλιακό σύστημα και, παράλληλα, τεχνολογικών δεξιοτήτων. Δεν έχουν περάσει όμως, και πάλι, παρά λίγες εκατονταετίες, που ο Γαλιλαίος αναγκαζόταν να απαρνηθεί τα συμπεράσματα του ως προς την κίνηση της Γης —διότι ουδέποτε είπε το περίφημο «και όμως κινείται»— και να εγκαταλείψει την ενασχόλησή του με τα ουράνια.

Η συνείδηση του εαυτού μας και του Όλου

ΑΝ, ΟΜΩΣ, Η ΡΑΓΔΑΙΑ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΤΗΣ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ είναι φυσικό να εντυπωσιάζει —και δικαιολογημένα βέβαια να φοβίζει— μια άλλη ιδιότητα του εξελιγμένου ανθρώπου, και μόνον του ανθρώπου, αξίζει να υπογραμμισθεί.

Όπως την διατυπώνει ο Eric Chaisson, «Την επιτομή του πολιτισμού ίσως αποτελεί η ικανότητα αναζητήσεως της αλήθειας για τον εαυτό μας και το Σύμπαν. Βασικότερος, όμως, παράγοντας που σχετίζεται με αυτόν σε σπουδαιότητα είναι η ικανότητα που αναπτύξαμε να επιθυμούμε την αναζήτηση της αλήθειας. Τί είναι λοιπόν αυτό που μας επιτρέπει, ακόμη και μας ωθεί, να θέτουμε θεμελιώδεις ερωτήσεις και να προσπαθούμε να εύρομε τις λύσεις τους; Την απάντηση δίδει η συνείδηση, το μέρος αυτό της ανθρώπινης φύσεως που μας επιτρέπει τον θαυμασμό, την ενδοσκόπηση, την αφαίρεση, την ερμηνεία. Η ικανότητα να κρατηθούμε σε απόσταση και, αντιλαμβανόμενοι τη μεγαλειώδη εικόνα, να διερωτηθούμε πώς συνδέεται η ύπαρξή μας με την ύπαρξη του συνόλου των πραγμάτων».

Κι ενώ η ύπαρξη της συνειδήσεως, της υπόγειας αυτής πραγματικότητας που επιτρέπει τη σύνδεσή μας με τον κόσμο και τον εαυτό μας δεν αμφισβητείται, η καταγωγή της παραμένει αμφιλεγόμενη. Πολλοί τοποθετούν την, υποτυπώδη έστω, παρουσία της δεκάδες χιλιάδες έτη στο παρελθόν, την εποχή της ανακαλύψεως του τόξου. Άλλοι πολύ πιο πρόσφα-

τα, λίγο μετά την ανακάλυψη της γραφής, αφού κάποια από τα κείμενα της εποχής δείχνουν μιαν αφαιρετική ικανότητα. Εν πολλοίς, άγνωστος ωστόσο παραμένει και ο μηχανισμός της συνειδήσεως. Μερικοί υποθέτουν ότι είναι απλώς η εξέλιξη του νευρικού συστήματος, η συγκέντρωση διαρκώς και πιο εξειδικευμένων κυττάρων. Υπόθεση μάλλον αφελής και μηχανιστική, κατά την άποψη του γράφοντος. Διότι, ήδη, η διάπλαση εικόνων ή η φαντασία είναι δύσκολο να ερμηνευθούν με παρόμοιους μηχανισμούς. Όχι όμως απλώς δύσκολη, αλλά αδύνατη είναι, με αυτόν τον τρόπο, η ερμηνεία της αυτοσυνειδήσεως, της συνειδήσεως του ίδιου τού Είναι και των εκφάνσεων του, της απορίας ακριβώς για τον τρόπο που απορούμε. Κάποιος, ίσως, ειδικός, και πιθανόν για πολύ ακόμη άγνωστος μηχανισμός, συνεργεί εδώ με τον εγκέφαλο και το νευρικό σύστημα και παράγει ή εξελίσσει τη συνείδηση.

Όπως υπογραμμίζει ένας εξέχων σύγχρονος φυσικός, ο Roger Penrose, «Η συνείδηση είναι ένα τόσο σπουδαίο φαινόμενο, που απλώς αδυνατώ να πιστέψω ότι εμφανίζεται τυχαία από μια περίπλοκη υπολογιστική διαδικασία. Είναι το φαινόμενο που επιτρέπει την γνώση αυτής καθ' αυτήν της υπάρξεως του Σύμπαντος. Μπορεί να ισχυρισθεί κανείς ότι ένα Σύμπαν κυβερνώμενο από νόμους που δεν επιτρέπουν την συνείδηση δεν αποτελεί καθόλου Σύμπαν». Ο Penrose υποστηρίζει την τολμηρή άποψη ότι, όπως επέμενε ο Αϊνστάιν, η Κβαντομηχανική δεν είναι επαρκής για την ερμηνεία του κόσμου· είναι πιθανόν ότι οι φυσικές διαδικασίες της νοήσεως διέπονται από βαθύτερους, άγνωστους νόμους.

Έτσι ή αλλιώς, η λειτουργία της συνειδήσεως επιτρέπει τώρα να ανακεφαλαιώσουμε συνοπτικά την ιστορία της Γης και του ανθρώπου επί της Γης. Ας αντιστοιχίσουμε αυτήν την ιστορία των περίπου πέντε δισεκατομμυρίων ετών, με κάτι πιο προσιτό στη σκέψη: τη διαδρομή ενός και μόνον ημερολογιακού έτους. Η πρώτη του ημέρα —η 1η Ιανουαρίου— ταυτίζεται με τον σχηματισμό του πλανήτη μας και η τελευταία —η 31η Δεκεμβρίου— με το «σήμερα». Για τους δύο πρώτους μήνες αυτού του υποθετικού έτους, μέχρι δηλαδή τις αρχές Μαρτίου, δεν υπάρχουν αρκετά στοιχεία. Η Γη είναι, πιθανόν, μια στροβιλιζόμενη μάζα αερίων και σκόνης, ενώ στη συνέχεια στερεοποιείται και αποκτά μια δηλητηριώδη ατμόσφαιρα. Η ζωή εμφανίζεται μέσα στον Απρίλιο —«ο Απρίλης είναι ο σκληρότατος μήνας», έγραψε ο T.S. Elliot— ενώ έχουν περάσει ήδη εκατό μέρες από την αρχή. Έκτοτε, και για πολλούς μήνες, υπάρχει πάλι μια σχετική ασάφεια ως προς τη διαμόρφωση του πλανήτη. Η σύγκρουση των τεκτονικών πλακών δημιουργεί ηπείρους, οροσειρές και βαθύτατα ωκεάνια ρήγματα, ενώ η εξέλιξη της ζωής προχωρά με ανεπαίσθητα βή-

ματα. Είναι μόνο στα μέσα Νοεμβρίου —σαράντα πέντε ημέρες πριν από το «σήμερα»— που η ζωή κυριαρχεί στους ωκεανούς. Προς τη στεριά εξέρχεται δεκαπέντε μέρες αργότερα. Κατά τα μέσα Δεκεμβρίου, την επιφάνεια της Γης καλύπτουν δάση, λουλούδια και πρωτόγονες μορφές ζώων. Μια εβδομάδα πριν από σήμερα, οι δεινόσαυροι κυριαρχούν, ενώ οι ανθρωπομορφοι πίθηκοι εμφανίσθηκαν πριν λίγες ώρες και ο Homo sapiens πριν από μία ώρα.

Σ' αυτήν τη μία και μόνον ώρα στη διαδρομή ενός ολόκληρου έτους, επισυμβαίνει ουσιαστικά η ανθρώπινη εξέλιξη˙ λίγα μόνον λεπτά κατέχει η γραπτή ανθρώπινη ιστορία˙ και μόνο σε μερικά δευτερόλεπτα μετρείται η περίοδος που η επιστήμη και η τεχνολογία μετατρέπουν τον άνθρωπο, από υπόδουλο, σχεδόν σε κυρίαρχο του φυσικού κόσμου.

Κυρίαρχο ναι, όχι όμως και αναγκαστικά σοφότερο.

Εξωγήινες υποθέσεις

Η ΠΙΘΑΝΟΤΗΤΑ ΟΤΙ Η ΓΗ ΕΙΝΑΙ ΤΟ ΜΟΝΟ ΣΗΜΕΙΟ σ' ένα απέραντο Σύμπαν, που ανθεί ή άνθησε η ζωή έχει μια διάσταση μοναξιάς ανυπόφορη˙ διότι, όπως κάθε μοναξιά, επιτείνει την αίσθηση για το παράλογο και τυχαίο της υπάρξεως μας.

Δεν είναι, λοιπόν, περίεργο ότι τη μοναξιά αυτή ο άνθρωπος προσπάθησε πάντοτε να απαλύνει, πλάθοντας μύθους ή αναζητώντας αποδείξεις για την παρουσία άλλων νοημόνων όντων στις γωνιές του Σύμπαντος. Στους σύγχρονους καιρούς, μάλιστα, η τάση αυτή παίρνει συχνά τη μορφή υστερίας. Αυτόπτες μάρτυρες ομιλούν για επισκέψεις εξωγήινων όντων, μυστηριώδη ιπτάμενα αντικείμενα γίνονται ορατά στον ουρανό ή σημεία επί της Γης αναγνωρίζονται ως αναμφισβήτητα ίχνη της διελεύσεως προικισμένων συγκατοίκων μας στο Σύμπαν. Πριν από λίγες δεκαετίες, μάλιστα, μια ραδιοφωνική διασκευή του ευφάνταστου μυθιστορήματος του H.G. Wells «Ο Πόλεμος των Κόσμων» προεκάλεσε πανικό στην Νέα Υόρκη˙ διότι η επίσκεψη των Αρειανών, που περιγράφει το μυθιστόρημα, παρουσιάσθηκε από την εκπομπή ως πραγματικό γεγονός.

Η αλήθεια είναι, ότι η ύπαρξη εξωγήινης ζωής έχει ισχυρά υπέρ αυτής λογικά επιχειρήματα και σε κανέναν από τους φυσικούς νόμους δεν φαίνεται να αντιβαίνει. Από την εποχή του Κοπέρνικου, έχει συνειδητοποιηθεί με μελαγχολία ότι ο πλανήτης μας είναι μάλλον συνηθισμένος˙ και παρόμοιοι με αυτόν θα πρέπει να υπάρχουν εκατομμύρια στον Γαλαξία μας και μόνον. Με ποια λογική, λοιπόν, αφού μήτε η Γη μήτε το Ηλιακό

σύστημα είναι κάτι ιδιαίτερο, έχουν το αποκλειστικό προνόμιο να φιλοξενούν ζωή και νοήμονα όντα; Ήδη από τον 4ο π.Χ. αιώνα, ο φιλόσοφος Μητρόδωρος διετύπωνε την ίδια άποψη, «Το να θεωρηθεί η Γη ως ο μόνος κατοικημένος κόσμος στο άπειρο διάστημα είναι τόσο παράλογο, όσο το να περιμένουμε ότι σε ένα χωράφι που σπέρνεται με στάρι ένας μόνον σπόρος θα φυτρώσει».

Τις αντιλήψεις αυτές συμμερίσθηκε —και συμμερίζεται ακόμη— ένα μεγάλο μέρος των επιστημόνων. Πριν από έναν μόλις αιώνα, η προσεκτική παρατήρηση του Άρη με το τηλεσκόπιο απεκάλυψε την ύπαρξη «διωρύγων» στην επιφάνεια του. Ο αστρονόμος P. Lowell έδωσε την ερμηνεία ότι ήταν έργα αρδευτικά, προϊόντα ενός ανώτερου πολιτισμού, που μ' αυτόν τον τρόπο μετέφερε νερό από τους πόλους σε άνυδρες περιοχές του πλανήτη. «Το ότι ο Άρης κατοικείται από όντα κάποιου είδους», έγραψε ο ίδιος, «πρέπει να θεωρείται βέβαιο. Αμφιβολία υπάρχει μόνο ως προς το είδος των όντων αυτών».

Η εξερεύνηση, εν τούτοις, του Ηλιακού συστήματος, κυρίως με τα διαπλανητικά ταξίδια, δεν αφήνει σήμερα καμιά αμφιβολία: Ζωή, έστω υποτυπώδης, είναι απίθανο να υπάρχει σε κάποιον από τους πλανήτες του. Ενδείξεις ότι η Καλλιστώ, δορυφόρος του Δία, αποτελείται σε μεγάλο βαθμό από παγωμένο νερό, ή ίχνη αμινοξέων που ανευρέθησαν σε μετεωρίτες, υποδηλώνουν ότι ίσως κάποια απόπειρα έγινε, αλλά δεν τελεσφόρησε.

Παραμένει το ενδεχόμενο παρουσίας ζωής κάπου αλλού στον Γαλαξία μας ή σε κάποιον άλλο γαλαξία. Εδώ, το πρόβλημα είναι πολύπλοκο. Διότι το Σύμπαν έχει βίο δισεκατομμυρίων χρόνων και απέραντος είναι ο αριθμός των αστρικών του σωμάτων.

Ένας καινούργιος κλάδος, η Βιοαστρονομία —όρος που καθιερώθηκε από τον Έλληνα αστροφυσικό Μ. Παπαγιάννη— προσπαθεί, συνδυάζοντας τις τελευταίες αντιλήψεις για την αστρική εξέλιξη και τη βιολογία, να διαμορφώσει μια πειστική απάντηση. Οι παράγοντες που υπεισέρχονται είναι, εν τούτοις, τόσο πολλοί, που η απάντηση αυτή εξαρτάται άμεσα από τις επιμέρους υποθέσεις.

Μια ισχυρή υπόθεση για τη διερεύνηση του προβλήματος —και πάντως μόνο υπόθεση— είναι ότι ζωή θα δημιουργηθεί, αναπόφευκτα, σε έναν πλανήτη που μοιάζει με την Γη. Η ζωή, πράγματι, αποτελεί το ανώτερο επίπεδο στη σταδιακή οργάνωση της ύλης και εμφανίσθηκε σχετικά σύντομα από τότε που πρόσφορες συνθήκες απεκαταστάθησαν στον πλανήτη. Εάν όμως θεωρηθεί ότι η εξέλιξη της ανόργανης ύλης προς τις ζωντανές της μορφές είναι περίπου μονόδρομος, τότε η ζωή είναι τόπος

κοινός στο Σύμπαν. Διότι οι κατάλληλοι πλανήτες, παρ' όλο που η παρουσία τους είναι πολύ δύσκολο να επιβεβαιωθεί, είναι σχεδόν βέβαιο ότι αφθονούν. Ας σημειωθεί, μόνο, ότι νέα αστέρια—κέντρα, πιθανόν, πλανητικών συστημάτων παρόμοιων με το δικό μας- σχηματίζονται με ρυθμό δέκα το έτος, ακόμη και σήμερα, στον Γαλαξία μας.

Ασφαλώς, η πιθανότητα εξελίξεως κάποιας μορφής ζωής προς ευφυή όντα δεν είναι εύκολο να εκτιμηθεί. Ιδιαίτερα, αν την εξέλιξη αυτή επισφραγίζει ένας τεχνολογικός πολιτισμός. Ακόμη όμως και αν θεωρηθεί ως μικρή η πιθανότητα αυτή, αφήνει σοβαρές ελπίδες στην παρουσία ευάριθμων παρόμοιων πολιτισμών, στον ίδιο μάλιστα τον Γαλαξία μας. Γιατί, λοιπόν, αν υπάρχουν, δεν επικοινωνούν με το ανθρώπινο είδος, να μοιρασθούν τις χαρές και τις πίκρες του;

Πράγματι, είναι σχεδόν βέβαιο ότι εξωγήινοι πολιτισμοί δεν έχουν μέχρις ώρας δηλώσει την παρουσία τους στον άνθρωπο. Οι μαρτυρίες για την παρατήρηση ή ακόμη και τις προσγειώσεις αγνώστου ταυτότητος ιπταμένων αντικειμένων —καμιά φορά και φωτογραφίες— δεν αντέχουν στην κριτική διερεύνηση. Είναι συνήθως παραισθήσεις, απάτη ή σπάνια μετεωρολογικά φαινόμενα. Όσες παραμένουν ανεξήγητες, και παρ' όλο που δεν πρέπει να υποτιμάται η πιθανή σημασία τους, απέχουν πολύ από το να θεμελιώνουν την ύπαρξη διαστρικού τουρισμού. Από τη μεριά της Γης, άλλωστε, αυτός ο τουρισμός ανήκει στο πολύ μακρινό μέλλον: Με την ταχύτητα που διαθέτουν οι σημερινοί πύραυλοι, ένα ταξίδι στο κοντινότερο αστέρι, τον Α του Κενταύρου, χρειάζεται μερικές χιλιάδες έτη. Έτσι, οι περισσότερες ελπίδες στηρίχτηκαν στο ότι τα επί της Γης ραδιοτηλεσκόπια θα συλλάβουν κάποιο σήμα, που να μπορεί να αποδοθεί σε πρόθεση επικοινωνίας. Επί ματαίω. Αν «εκείνοι» υπάρχουν, προτιμούν να σιωπούν.

Εδώ, βέβαια, εγείρονται άλλου είδους αντιρρήσεις. Για να επικοινωνήσουν εκείνοι, πρέπει να γνωρίζουν ή να υποθέτουν την ύπαρξή μας. Πράγμα που, παρά τον υπερφίαλο εγωισμό μας, είναι ελάχιστα πιθανόν: Διότι, ο μόνος τρόπος να εντοπίσουν την παρουσία μας θα ήταν από τα σήματα που εκπέμπουν οι γήινοι πομποί. Τούτο, όμως, άρχισε να γίνεται πριν από λίγες μόνον δεκαετίες· και στην καλύτερη περίπτωση, η πληροφορία ότι υπάρχουμε έχει καλύψει μιαν απόσταση μόνον 50 ετών φωτός.

Ακόμη, όμως, και αν ένας γαλαξιακός πολιτισμός υποψιάζεται την ύπαρξη του ανθρώπου επί της Γης, ο τρόπος της επικοινωνίας που θα επιλέξει δεν είναι δεδομένος. Είναι πιθανόν ο πολιτισμός αυτός να έχει κατακτήσει μορφές επικοινωνίας άγνωστες στη δική μας τεχνολογία. Στην περίπτωση, άλλωστε, που τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα είναι, όπως

σ' εμάς, η μόνη προς τούτο δυνατότητα, είναι υποχρεωμένος να επιλέξει μια συχνότητα από τις πολλές δυνατές· και η συχνότητα αυτή, αν ο εξωγήινος πολιτισμός δεν είναι κακεντρεχής, πρέπει να έχει κάποια πιθανότητα να αναγνωρισθεί από τους ανυπόμονους δέκτες της Γης.

Μια παρόμοια συχνότητα, οικεία στους αστρονόμους της Γης —και με αισιοδοξία σε κάθε συνάδελφό τους στο Σύμπαν— είναι αυτή που εκπέμπουν τα άτομα του υδρογόνου όταν αναπροσανατολίζουν την κίνηση του ηλεκτρονίου και του πρωτονίου τους. Αντιστοιχεί η συχνότητα αυτή σε μήκος κύματος 21 εκατοστομέτρων λόγω δε της αφθονίας του υδρογόνου στο Σύμπαν, είναι σταθερή η παρουσία της στα γήινα ραδιοτηλεσκόπια. Αυτό, λοιπόν, το «τραγούδι του υδρογόνου» δεν είναι άδικο να θεωρηθεί ότι θα έχει και την προτίμηση εξωγήινων πολιτισμών. Αν αγωνιούν, όπως εμείς, να επικοινωνήσουν.

Και μ' αυτήν όμως την αισιόδοξη υπόθεση, τα πράγματα είναι και πάλι δύσκολα. Διότι αν «εκείνοι» υπάρχουν και εκπέμπουν, από πού περίπου εκπέμπουν, ποια κατεύθυνση του αχανούς πρέπει να ερευνήσουν τα ραδιοτηλεσκόπια μας; Υπολογίζεται ότι, ακόμη και αν αυτή τη στιγμή ένα εκατομμύριο άλλοι πολιτισμοί προσπαθούν να επικοινωνήσουν μαζί μας, τούτο απλώς αντιστοιχεί σε ένα αστέρι ανάμεσα σε εκατό χιλιάδες υποψηφίους, άξιους ακροάσεως! Παρά τις δυσκολίες αυτές, ένα μεγάλο δίκτυο ραδιοτηλεσκόπιων στην Αμερική είναι αυτήν τη στιγμή αποκλειστικά αφιερωμένο σε ένα πρόγραμμα για την εξερεύνηση της εξωγήινης ζωής.

Η ύπαρξη, πάντως, τεχνολογικά ανεπτυγμένων πολιτισμών στον Γαλαξία μας θα είχε, κατ' άλλους επιστήμονες, μιαν ενδιαφέρουσα συνέπεια: Αυτήν, του αποικισμού ολόκληρου του Γαλαξία! Δεν είναι, πράγματι, παράλογο να υποθέσει κανείς ότι πολλοί από τους πολιτισμούς αυτούς κατέχουν τεχνολογικό επίπεδο κατά πολύ ανώτερο του δικού μας. Ας σημειωθεί ότι ο ανθρώπινος πολιτισμός χρειάσθηκε μόνον 200 χρόνια από τη βιομηχανική επανάσταση για να στείλει, έστω σε κοντινές αποστάσεις, επανδρωμένα ή μη διαστημόπλοια. Ο Μ. Παπαγιάννης θεωρεί ότι διαστημόπλοια με δυνατότητα να μεταφέρουν εκατοντάδες ή και χιλιάδες υπομονετικούς επιβάτες θα είναι ένα αυτονόητο επίτευγμα προχωρημένων πολιτισμών. Τότε, όμως, και μόνον με το 5% της ταχύτητας του φωτός εάν κινούνται τα διαστημόπλοια, αρκούν λιγότερο από 10 εκατομμύρια χρόνια -διάστημα μικρό σε σχέση με την ηλικία του Σύμπαντος- για να εποικισθεί ολόκληρος ο Γαλαξίας. Το ότι αυτό δεν έγινε, και με βάση την πικρή εμπειρία ότι η αποικιακή νοοτροπία είναι βαθύτατα ριζωμένη στα ανεπτυγμένα έθνη, σημαίνει ίσως ότι παρόμοιοι πολιτισμοί

δεν υπάρχουν. Ο δικός μας, και αν θεωρηθεί πολιτισμός, είναι ο μόνος στον Γαλαξία.

Εκτός αν η πραγματικότητα είναι τελείως διαφορετική. Η σιωπή δηλαδή των «άλλων» πολιτισμών, που στατιστικά πρέπει να άνθησαν σε πολλά σημεία του Γαλαξία, μήτε τη δυσκολία τους να επικοινωνήσουν υπονοεί, μήτε τις διαφορετικές τους προθέσεις ή τη διαφορετική νόηση. Υπονοεί, απλούστατα, ότι υπήρξαν κάποτε, αλλά δεν υπάρχουν πια! Εξαφανίσθηκαν υπό το βάρος των ανομημάτων τους, που είναι παρόμοια με τα δικά μας.

Αν πράγματι θεωρήσει κανείς ότι η ανάπτυξη της τεχνολογίας και της επιστήμης αποτελεί περίπου μονόδρομο για κάθε πολιτισμό, και ότι ένας εξωγήινος πολιτισμός έχει παρόμοιες αξίες ή υπευθυνότητα με τον δικό μας, τότε και η μοίρα του υπήρξε αυτή που προδιαγράφεται για μας: Η αυτοαναίρεση. Λίγες, μόνον, δεκαετίες εκρηκτικής εξελίξεως και τεχνολογικών επιτευγμάτων έφθασαν πράγματι για να απειλείται το ανθρώπινο είδος -και ο πλανήτης που το φιλοξενεί- από τα πυρηνικά όπλα, τον υπερπληθυσμό και τη μόλυνση του περιβάλλοντος. Αν αυτά αποτελούν αναπότρεπτη συνέπεια της αναπτύξεως, τότε δεν αποκλείεται η ζωή μεν να αφθονεί στο Σύμπαν, οι τεχνολογικές όμως κορυφώσεις της να έχουν ως αποτέλεσμα την αυτοκτονία της. «Σ' αυτήν την περίπτωση είμαστε μόνοι στο Σύμπαν», γράφει ο P. Davies, «όντας ένας προχωρημένος τεχνολογικά πολιτισμός, που προσεγγίζει το τέλος της ζωής του. Εκατομμύρια άλλοι θα ακολουθήσουν, καθώς οι μορφές ζωής σε άλλους πλανήτες κάποια στιγμή θα αναπτύξουν τη νόηση, αργότερα την κοινωνική οργάνωση και, τέλος, μια τυφλή τεχνολογία, που σύντομα θα οδηγεί στην καταστροφή. Εκατομμύρια άλλες κοινωνίες εξαφανίσθηκαν πριν από μας, μερικές ίσως εκτιμώντας με τον ίδιο τρόπο τη μοίρα των γαλαξιακών τους γειτόνων στον χώρο και τον χρόνο, χωρίς όμως τη δύναμη να στείλουν ένα σήμα κινδύνου˙ αφού γνωρίζουν ότι αυτή η ίδια η τεχνολογία, που θα κάνει δυνατή την ανίχνευση του σήματος, ήδη προκαθορίζει ότι η καταστροφή είναι επί θύραις».

Η ενδεχόμενη, λοιπόν, μοναξιά του ανθρώπινου είδους, αυτή καθ' εαυτήν ανυπόφορη, περικλείει μια δραματική υποψία. Είναι ίσως η μοναξιά του μελλοθάνατου. Αυτός «ο κόσμος ο μικρός ο μέγας», μακράν τού να αποτελεί το περιούσιο δημιούργημα κάποιου Θεού, αποτελεί απλώς μιαν ασήμαντη στιγμή στην ατέλειωτη διαδοχή πολιτισμών του Σύμπαντος.

Η ανθρωπική αρχή, ή η ύπαρξη σκοπιμότητας στο Σύμπαν

ΕΊΝΑΙ ΚΑΤΑΝΟΗΤΟ ότι ο άνθρωπος αισθάνεται το Σύμπαν εχθρικό και τον εαυτό του εξόριστο σε μια γωνιά του. Εξόριστο για δύο λόγους: Πρώτα, γιατί το Σύμπαν εμφανίζεται απέραντα μεγάλο και με άπειρη ποικιλία μορφών ύλης. Δεύτερο, γιατί το Σύμπαν δεν έχει κάποιον προφανή σκοπό. Ο πολύπλοκος μηχανισμός του, παρά τη θαυμαστή εσωτερική αλληλουχία του, φαίνεται να λειτουργεί ερήμην του ανθρώπου.

Η προσεκτική, όμως, μελέτη και παρατήρηση του Σύμπαντος αποκαλύπτει, πιθανόν, κάποια επιδέξια κρυμμένη σκοπιμότητα. Υπάρχει, κατ' αρχήν, μια σειρά αξιοσημείωτων συμπτώσεων, ως προς τα μεγέθη. Φαίνεται, δηλαδή, ότι η ανθρώπινη κλίμακα συμπίπτει περίπου με τον γεωμετρικό μέσο όρο της αστρονομικής και της πυρηνικής κλίμακας. Ένα πρωτόνιο, για παράδειγμα, έχει μάζα $2x10^{-24}$gr, ενώ ένα συνηθισμένο αστέρι γύρω στα $2 x10^{33}$ gr. Ο γεωμετρικός μέσος όρος είναι $6x10^{4}$ gr, ή 60 κιλά· η τυπική, συνεπώς, μάζα του ανθρώπινου σώματος. Οι γραμμικές, εξάλλου, διαστάσεις του ανθρώπου, που είναι γύρω στα 2 μέτρα, δεν απέχουν πολύ από τον γεωμετρικό μέσο όρο των διαστάσεων του ατομικού πυρήνα (10^{-13} cm) και της αποστάσεως μεταξύ των αστέρων (10^{18} cm, δηλαδή ένα έτος φωτός). Ο άνθρωπος συνεπώς, βρίσκεται στο μέσον της τεράστιας κλίμακας που συνδέει με κατάλληλο τρόπο τον μικρόκοσμο με τον μεγάκοσμο.

Αυτές και άλλες συμπτώσεις υποδεικνύουν, ότι η ανθρώπινη παρουσία στο Σύμπαν έχει ίσως κάποια ιδιαίτερη σημασία. Και, βάσει αυτών, διατυπώθηκε το περίφημο «ανθρωπικό αξίωμα», που έχει διάφορες παραλλαγές. Όπως παρατηρεί ο B. Carter, «παρ' όλο που ο Κοπέρνικος έδειξε ότι δεν κατέχουμε κάποια προνομιακή θέση στο Σύμπαν, η θέση του ανθρώπινου παρατηρητή είναι αναγκαστικά ιδιαίτερη. Τουλάχιστον από το γεγονός ότι ορισμένες συνθήκες θερμοκρασίας και χημικού ή φυσικού περιβάλλοντος είναι προϋποθέσεις για την ύπαρξή του».

Η ανθρωπική αρχή αλλάζει την οπτική γωνία μας ως προς το Σύμπαν. Δεν είναι ότι στη μακραίωνη εξέλιξή του το Σύμπαν δημιούργησε τυχαία τις κατάλληλες συνθήκες για να υπάρξει ανθρώπινη ζωή σ' αυτόν εδώ, ή άλλους πλανήτες· αλλά, ίσα ίσα, η ύπαρξη του ανθρώπου προϋποθέτει ένα συγκεκριμένο Σύμπαν, από τα πολλά δυνατά.

Προς την εκπλήρωση του σκοπού αυτού, όσον αφορά στις τιμές των φυσικών σταθερών ή άλλων χαρακτηριστικών μεγεθών, δεν υπήρχαν μεγάλα περιθώρια επιλογής. Πράγματι, ας θυμηθούμε τα πρώτα λεπτά της

δημιουργίας του Σύμπαντος· τότε που στην αρχέγονη υπέρθερμη σφαίρα το ήλιο συντίθεται από το υδρογόνο. Υπολογισμοί δείχνουν ότι μια πολύ μικρή μεταβολή στους παράγοντες που ρυθμίζουν την πυρηνοσύνθεση -κυρίως όσον αφορά τη λεγόμενη «σταθερά λεπτής υφής» της Πυρηνικής Φυσικής- αρκεί για να παραχθεί ένα τελείως διάφορο Σύμπαν. Που θα περιείχε, δηλαδή, πολύ λίγο ήλιο ή πολύ λίγο υδρογόνο. Αστέρια όμως, τουλάχιστον όπως τα ξέρομε, θα ήταν αδύνατο τότε να υπάρχουν και η ζωή θα ήταν ανέφικτη.

Ανάλογα ισχύουν και για τη σταθερά βαρύτητας, που είναι η ίδια σε όλο το Σύμπαν και ρυθμίζει τη βαρυτική έλξη ανάμεσα στα σώματα. Είδαμε ότι τα αστέρια παράγουν ενέργεια, επειδή διαρκώς αγωνίζονται να εξουδετερώσουν τη βαρύτητα. Αν η ένταση της βαρύτητας ήταν, για παράδειγμα, μερικές φορές μεγαλύτερη, η ενέργεια θα έπρεπε να παράγεται με εντατικότερο ρυθμό. Τα περισσότερα αστέρια θα ήσαν τότε «μπλε γίγαντες», αστέρια δηλαδή που δεν ζουν αρκετά για να έχουν τη χρονική άνεση οι οργανισμοί να αναπτυχθούν. Το ίδιο αν η ένταση της βαρύτητας ήταν μια τάξη μεγέθους μικρότερη. Πολλά αστέρια θα ανήκαν τότε στην κατηγορία των «ερυθρών νάνων», που εκπέμπουν λίγη ακτινοβολία. Η πιθανότητα να βρεθεί ένας πλανήτης στη στενή περιοχή αυτής της ακτινοβολίας θα ήταν ελάχιστη.

Ανάλογες παρατηρήσεις μπορεί να διατυπωθούν και για την ηλεκτρομαγνητική δύναμη. Αν η ένταση της ηλεκτρομαγνητικής δυνάμεως ήταν μικρότερη, ο σχηματισμός ατόμων ή μορίων θα ήταν αδύνατος. Διότι, η ηλεκτρομαγνητική δύναμη συγκρατεί τα ηλεκτρόνια σε τροχιές γύρω από τον πυρήνα· και είναι αυτή που επιτρέπει, με κατάλληλους δεσμούς, τον σχηματισμό μορίων. Η μικρότερη ένταση συνεπάγεται ένα Σύμπαν εξαιρετικά απλό: Με ηλεκτρόνια μόνον και πυρήνες, χωρίς τα πολύπλοκα οργανικά μόρια, και, συνεπώς, χωρίς ζωή. Ισχυρότερες ηλεκτρομαγνητικές δυνάμεις θα σήμαιναν, αντίθετα, παντοτινή δέσμευση των ηλεκτρονίων από τους πυρήνες και αδυναμία χημικών αντιδράσεων. Ο τριπλασιασμός, για παράδειγμα, της εντάσεως θα υποχρέωνε το νερό, τη βάση των βιολογικών οργανισμών, να είναι στερεό σ' όλες τις θερμοκρασίες.

Σύμφωνα με τον Στ. Τραχανά, που έχει διατυπώσει μια ενδιαφέρουσα παραλλαγή του ανθρωπικού αξιώματος: «Όλοι οι φυσικοί νόμοι, χωρίς εξαίρεση, είναι βιολογικά αναγκαίοι. Κανένας τους δεν είναι βιολογικά περιττός. Όλοι επιτελούν μια βιολογικά ζωτική λειτουργία».

Μπορεί κανείς να συνεχίσει επί πολύ. Η παρουσία του ανθρώπου και ο κόσμος γύρω του «ερμηνεύονται» με συνέπεια, ως αποτέλεσμα της κατάλληλης εκλογής των φυσικών νόμων και των φυσικών σταθερών.

Με τον ίδιο τρόπο μπορεί να διερευνηθούν και μεγέθη των οποίων η συγκεκριμένη τιμή απετέλεσε πάντα ένα βαθύτατο αίνιγμα για τη Φυσική· η μάζα, για παράδειγμα, ή το φορτίο του ηλεκτρονίου. Δεκαπλασιασμός της μάζας θα απαιτούσε δεκαπλάσιες ενέργειες για τις οργανικές αντιδράσεις. Θα τις καθιστούσε, συνεπώς, σπάνιες. Ενώ μεταβολή στο φορτίο του ηλεκτρονίου θα κλόνιζε τη σταθερότητα των οργανικών χημικών ενώσεων επίσης, τις διαδικασίες των πυρηνικών αντιδράσεων στο εσωτερικό των αστέρων.

Ακόμη και αριθμητικά μεγέθη που δεν αποτελούν θεμελιώδεις σταθερές, αλλά είναι αποτέλεσμα της πολύπλοκης διαδικασίας που ακολούθησε τη Μεγάλη Έκρηξη, μπορούν να ερμηνευθούν ως υπακούοντα στη σκοπιμότητα παραγωγής ζωής. Ο λόγος της ποσότητας ακτινοβολίας προς την ποσότητα ύλης, που υπολογίζεται, όπως αναφέρθηκε, σε 10^9 φωτόνια ανά νουκλεόνιο, αποτελεί ένα παράδειγμα. Αν η ακτινοβολία ήταν περισσότερη, θα υπερίσχυε της ύλης και θα έκανε αδύνατο τον σχηματισμό γαλαξιών. Αντίθετα, σημαντικά μικρότερος αριθμός φωτονίων ανά νουκλεόνιο θα είχε οδηγήσει σε μετατροπή της ύλης σε βαριά στοιχεία. Η παρουσία της ακτινοβολίας δυσχεραίνει, ακριβώς, την παραγωγή των στοιχείων αυτών.

Το ανθρωπικό αξίωμα είναι, λοιπόν, ένας τρόπος να ερμηνεύονται γεγονότα, ακόμα και στα αρχικά στάδια του Σύμπαντος, από μια μεταγενέστερη, αναμφισβήτητη παρουσία: Αυτήν του ανθρώπου ως παρατηρητή. Και δίδει, το ανθρωπικό αξίωμα, τη μεταφυσική αλλά και την επιστημονική ικανοποίηση της διερευνήσεως πολλών φαινομένων ή μεγεθών, με αφετηρία αυτό και μόνον το «εξαιρετικό» γεγονός. Η εύστοχη φράση του Αϊνστάιν, ότι «το πιο ακατανόητο γεγονός, σχετικά με το Σύμπαν, είναι ότι είναι κατανοητό», αποκτά έτσι μιαν άλλη διάσταση. Το Σύμπαν είναι κατανοητό από τη στιγμή που ως σκοπό του θεωρήσομε τη δημιουργία σκεπτόμενων όντων.

Μια όμως που η τόλμη δεν μας εγκαταλείπει, μπορούμε να θέσουμε ένα ακόμα ριζικότερο ερώτημα: Υπάρχει, άραγε, κάποιος επιστημονικός —και όχι θεολογικός ή μεταφυσικός— λόγος που το Σύμπαν έχει αυτή τη σκοπιμότητα;

Σύμφωνα με τον J. Wheeller, που διατύπωσε μιαν ακραία παραλλαγή της ανθρωπικής αρχής, το Σύμπαν είναι ανάγκη να δημιουργήσει τον άνθρωπο, για να υπάρξει το ίδιο! Η άποψη αυτή στηρίζεται σε μια ερμηνεία της Κβαντομηχανικής, της θεωρίας που όπως είδαμε περιγράφει πιθανοκρατικά τον ατομικό κόσμο.

Ένα γεγονός του μικρόκοσμου, σύμφωνα μ' αυτήν την ερμηνεία,

υπάρχει, μόνο αν παρατηρηθεί. Τότε, και μόνο τότε, αναδύεται στην πραγματικότητα μια από τις δυνατές καταστάσεις του. Η περίφημη γάτα του Schrodinger —θεμελιωτή της Κβαντομηχανικής— η έγκλειστη σ' ένα αδιαφανές κουτί, και απειλούμενη από την τυχαία εκπυρσοκρότηση ενός όπλου, δεν είναι ούτε νεκρή ούτε ζωντανή. Είναι εν δυνάμει και τα δύο. Και μόνον το άνοιγμα του κουτιού —η παρατήρηση— την τοποθετούν οριστικά σ' έναν από τους δύο κόσμους. Έτσι και το Σύμπαν: Για να είναι πραγματικό, πρέπει να εξελιχθεί με τέτοιο τρόπο, ώστε να υπάρξουν οι παρατηρητές του. «Ο παρατηρητής», λέει ο Wheeler, «είναι απαραίτητος για τη δημιουργία του Σύμπαντος όσο και το Σύμπαν για τη δημιουργία του παρατηρητή». Πρέπει εδώ να σημειωθεί ότι, παρά την έλξη που ασκούν παρόμοιες νοητικές ακροβασίες, ελάχιστα γίνονται αποδεκτές από τον επιστημονικό κόσμο.

Αν, όμως, ελάχιστες μεταβολές των φυσικών σταθερών αρκούν για να παραγάγουν ένα σύμπαν τελείως διαφορετικό, είναι, άραγε, το δικό μας το μόνο «Σύμπαν» σήμερα, ή ακόμη περισσότερο, το μόνο που υπήρξε ποτέ;

Μια ριζοσπαστική ιδέα είναι ότι το Σύμπαν μας είναι ένα από τα πολλά, μπορεί και άπειρα, άλλα σύμπαντα. Το καθένα έχει τις δικές του τιμές των φυσικών σταθερών και εξελίσσεται με ανάλογους ή τους ίδιους νόμους. Τα περισσότερα από αυτά τα σύμπαντα δεν είναι ικανά να φιλοξενήσουν την ανθρώπινη ζωή. Παρ' όλο που δεν αποκλείεται να έχουν, λοιπόν, μεγάλη ομορφιά και μεγαλοπρέπεια, δεν υπάρχει κανείς να το βεβαιώσει. Υπάρχουν τα σύμπαντα αυτά, απλώς, παράλληλα με το δικό μας· ή υπήρξαν ως αποτέλεσμα κάποιας άλλης αρχικής εκρήξεως, ενός άλλου συμπαντικού κύκλου με τις δικές του τιμές φυσικών σταθερών. Από όλες αυτές τις προσπάθειες για αυτογνωσία, λίγες ίσως είχαν την ικανοποίηση της επιτυχίας με τη δημιουργία παρατηρητών. Πιθανόν, ακόμη, αυτό που εμείς εννοούμε ως Σύμπαν να είναι απλώς μια μικρή γωνιά ενός πολύ μεγαλύτερου Όλου. Μακριά από αυτήν τη γωνιά κυριαρχούν άλλοι φυσικοί νόμοι και δεν υπάρχει ούτε στο ελάχιστο η πιθανότητα κάποιας μορφής ζωής.

Εδώ, όμως, έχει τη θέση της μια τολμηρή παρατήρηση. Αν δεχθεί κανείς την ανθρωπική αρχή, το Σύμπαν φαίνεται εξαιρετικά σπάταλο. Γιατί, απειροελάχιστη μόνο από την ύλη ή τις διαδικασίες του χρησιμοποιούνται για τον τελικό σκοπό. Θ' αρκούσε, προς τούτο, ένας κατάλληλος πλανήτης και ένα κατάλληλο αστέρι — ή, έστω, ένας γαλαξίας. Τα δισεκατομμύρια των γαλαξιών και η ποικιλία των αστρικών σωμάτων φαίνονται αδιάφορα ή και εχθρικά στη δημιουργία ζωής. Εκτός εάν το σχέδιο

υπήρξε πολύ πιο φιλόδοξο: Και υπάρχουν, συνεπώς, δισεκατομμύρια πλανήτες που φιλοξενούν «ζωή»˙ και αυτή πάλι η ζωή εμφανίζεται σε μεγάλη ποικιλία μορφών, που κάποιες δεν θα έχουν τις δικές μας αδυναμίες ή περιορισμούς στη νόηση. Κατά τη γνώμη του συγγραφέα του παρόντος βιβλίου, η αποδοχή της ανθρωπικής αρχής συνεπάγεται ένα Σύμπαν διάσπαρτο από νοήμονα όντα.

Στα περί το ανθρωπικό αξίωμα, ο αναγνώστης θα διακρίνει στοιχεία μεταφυσικά, ή και ενδόμυχες ανθρώπινες επιθυμίες. Αν όμως αυτό αποτελεί μια βάσιμη αιτία κριτικής, το ανθρωπικό αξίωμα έχει, πέρα από το αναμφισβήτητο επιστημονικό του ενδιαφέρον, μια ηθική δικαίωση. Ανασύρει και πάλι τον άνθρωπο από την ασημαντότητα και τον τοποθετεί σε θέση περίοπτη. Ακριβώς όπως κάθε μεγάλη μορφή τέχνης, το ανθρωπικό αξίωμα ανυψώνει, χωρίς να ωραιοποιεί ή να διεκδικεί την αποκλειστικότητα.

Το Σύμπαν ενός ανώνυμου συγγραφέα

ΣΤΗΝ ΑΡΧΉ Η ΣΤΟ ΤΕΛΟΣ ΑΥΤΟΥ ΤΟΥ ΑΙΩΝΑ έζησε ένας συγγραφέας που οι βιογράφοι του αμφιβάλλουν ακόμη για το πραγματικό του όνομα. Μήτε άλλωστε για το έργο ή τις λεπτομέρειες της ζωής του είναι γνωστά πολλά πράγματα. «Τα εξωτερικά γεγονότα», ισχυριζόταν ο ίδιος, «δεν έχουν πολλή σημασία. Βιογραφία είναι ό,τι γίνεται μέσα μας, και ό,τι γίνεται μέσα μας δεν εκφράζεται με τη γλώσσα· δεν εκφράζεται». Μετά τον θάνατο του συγγραφέα, που δεν είναι σίγουρο αν και πότε ακριβώς επισυνέβη, βρέθηκαν στα συρτάρια του πολλά ανέκδοτα έργα, σημειώσεις μιας ψυχολογικής πραγματείας και ένας κενός φάκελος με την ένδειξη «αλληλογραφία». Βρέθηκε επίσης το ακόλουθο ποίημα, που, απ' ό,τι φαίνεται, έγραψε με αφορμή μια διάλεξη για το Σύμπαν.

Στο Σύμπαν περιέχεται το κάθε τι, είπε ο Καθηγητής της Κοσμολογίας.
Ο Ήλιος, η Σελήνη και οι ωκεανοί της Γης
γύρω από τον Ήλιο περιστρέφονται οι πλανήτες
οι φέροντες τα ονόματα αρχαίων Θεών.
Πιο μακριά εκτείνονται οι Αστερισμοί του Αιγόκερω και του Τοξότη.
Το Σύμπαν περιέχει επίσης τους γαλαξίες και τους κομήτες
ωχρούς αστέρες νετρονίων και τα νεφελώματα
και ακόμη, Μαρία, περιέχει
εσένα, εμένα και λέξεις όπως «αγάπη» ή «της απουσίας».
Λάμψεις ακανόνιστες φωτίζουν τις γωνιές του Σύμπαντος
άγνωστα σωματίδια διαπερνούν την έκτασή του

και το φως των άστρων, είπε ο κύριος Καθηγητής,
φθάνει σε μας ύστερα από εκατομμύρια χρόνια·
το άστρο μπορεί να έχει κιόλας σβήσει ή εκραγεί
σ' έναν καταιγισμό φωτός και ύλης
εμείς ανυποψίαστοι παρατηρούμε το παρελθόν του.
Θαυμαστά πράγματα, Μαρία,
όμως εγώ δυσκολεύομαι να τα πιστέψω
πρέπει μάλιστα να ομολογήσω ότι ο Καθηγητής μου φάνηκε λιγάκι ύποπτος
οι κινήσεις του είχαν κάτι το ανεξήγητα ήρεμο, σχεδόν μελαγχολικό
κι επίσης απέφυγε να απαντήσει στην ερώτηση του μικρού παιδιού που καθόταν
στη σειρά των επισήμων.
Γυρίζοντας στο σπίτι, Μαρία, περιπλανώμενος
ανάμεσα στα ελαιόφυτα και τις λεωφόρους των ιχνεντών
άγνωστο για ποιους λόγους, ήρθε στη μνήμη μου η εποχή που ήμαστε εξόριστοι
— ποιος να θυμάται τώρα πια τους λόγους ή τον τόπο της εξορίας.
Το γεγονός είναι ότι κάποια στιγμή άνοιξε η πόρτα του δωματίου,
δεν είχαν ακουστεί βήματα ή ήχος κουδουνιού·
στο δωμάτιο μπήκε ένας άνθρωπος με τα μαλλιά στη σκόνη ή την αρμύρα
κρέμασε το παλτό του και κάθισε αμίλητος κοντά στη λάμπα.
Όσοι βρεθήκαμε στον τόπο αυτό της εξορίας θορυβηθήκαμε.
Ο επισκέπτης έμεινε εκεί ώρες ατέλειωτες και νύχτες
και κάποιος ισχυρίζεται αιώνες·
την όγδοη στιγμή σηκώθηκε, μας κοίταξε προσεκτικά και είπε:
«Με λένε Μαξ ή Ίβηρο ή Οδυσσέα»
φόρεσε το παλτό του, το φως θαμπό απ' τον καπνό της πίπας και έφυγε.
Στο δωμάτιο επεκράτησε αμέσως ένας μικρός πανικός
ο ένας κατηγορούσε τον άλλο για τις δολοφονίες του παρελθόντος
και για τα όσα μας επιφυλάσσει το μέλλον
και μερικοί που έφθασαν από τα σύνορα είπαν πως σύνορα πια δεν υπάρχουν.
Ίσως σου φαίνεται παράλογο, Μαρία, όμως
καθώς περιπλανιέμαι μάταια στους δρόμους με τους αμπελώνες και τα ελαιόφυτα,
καθώς με σημαδεύει ο καιρός και από το βάθος του ο Αστερισμός του Ταύρου,
έχω την αίσθηση ότι ο κύριος Καθηγητής είχε κάτι κοινό με τον επισκέπτη.
Τα μάτια του ήταν ανεξήγητα ήρεμα, σχεδόν μελαγχολικά.
Και ούτε ήταν σύμπτωση ότι οι εφημερίδες
παρέλειπαν τον τόπο γεννήσεως ή την ηλικία του
ή πώς εξηγείς το γεγονός ότι στο τέλος της διάλεξης κάποιος ακούστηκε να κλαίει.
Αν δεν επακολούθησε πανικός είναι γιατί επενέβησαν οι ψυχραιμότεροι.
Δεν έχω τρόπους να το αποδείξω

κι άλλωστε από μακριά ακούγεται ο ήχος γραφομηχανής που ίσως είναι και πυροβόλων
και τί σημασία έχει άραγε, αφού ο πλανήτης μας είναι σε κίνδυνο να αναφλεγεί.
Πάντως ο κύριος Καθηγητής, Μαρία,
μου φάνηκε το ίδιο πρόσωπο με τον επισκέπτη
και το πραγματικό του όνομα, έτσι καθώς περιπλανιέμαι,
χωρίς τη δυνατότητα πια της επιστροφής,
ξέρω πως είναι Μαξ ή Ίβηρος ή Οδυσσέας.

VII. Η Γη και ο άνθρωπος σε μεταίχμιο

Η θεότητα Γαία και οι εφιάλτες της

ΣΤΗ ΔΙΑΔΡΟΜΗ ΠΟΛΛΩΝ ΕΚΑΤΟΜΜΥΡΙΩΝ ΕΤΩΝ, η Γη παρουσιάζει μια αξιοσημείωτη ισορροπία των συνθηκών που είναι κατάλληλες για την εξέλιξη της ζωής. Μικρές είναι, πράγματι, οι αλλαγές που σημειώνονται στη σύσταση της ατμόσφαιρας, τη θερμοκρασία ή την ενέργεια που δέχεται η Γη από τον Ήλιο. Αυτή η οικολογική ισορροπία έχει και την αντίστροφη ροή. Πολλές «μορφές» ζωής—βακτήρια που παράγουν μεθάνιο σε βάλτους ή μικροοργανισμοί που συγκρατούν το διοξείδιο του άνθρακος— βοηθούν την ατμόσφαιρα να διατηρεί τη σύστασή της· και, γενικότερα, συντηρούν με ελέγχους και εξισορροπήσεις έναν προαιώνιο ρυθμό στο περιβάλλον.

Αυτές οι παρατηρήσεις οδήγησαν δύο ερευνητές—τον J. Lovelock και την L. Margulis— στην άποψη ότι ο πλανήτης μας αποτελεί ο ίδιος ένα πολύπλοκο, ζωντανό και αυτοκυβερνώμενο ον. Είναι η Γαία, η αρχαία Ελληνική Θεότητα. Το ανθρώπινο είδος «δημιουργήθηκε» από τη Γαία για να χρησιμεύσει ως εγκέφαλος και νευρικό σύστημα της. Η ίδια η Γαία, με τις πολυάριθμες λειτουργίες και το ανεπτυγμένο οικοσύστημα, δεν κινδυνεύει να καταστραφεί. Σε περιόδους κρίσεως, και όπως έκανε μέχρι τώρα στο παρελθόν, θα εξαφανίσει κάποια, είδη ζωής —το ανθρώπινο αυτήν τη φορά!— προκειμένου να επιβιώσει και να ανασυγκροτηθεί. Σύμφωνα με την επονομαζόμενη «υπόθεση της Γαίας», είναι απλώς το συμφέρον μας να συνεργαστούμε, όπως ο εγκέφαλος με το σώμα, με το περιβάλλον της Γης και τις ευαισθησίες του· και να την προστατεύσουμε

από κακοτοπιές. Ακόμη και έναν καταστροφικό μετεωρίτη, που κατευθύνεται προς τη Γη, θα μπορούσε ο πιστός άνθρωπος, με τους πυραύλους και τις ακτίνες του, να υποχρεώσει σε αλλαγή πορείας.

Αμφισβητούμενη από τους επιστήμονες -και προφανώς με έντονο τρόπο!- η «υπόθεση της Γαίας» παρουσιάζει, ωστόσο, γλαφυρά και συνολικά τη σημερινή δραματική θέση του πλανήτη μας. Διότι, παιδί της Γης ο άνθρωπος και ο πολιτισμός του, είναι ο μόνος ωστόσο που απειλεί, αυτοαπειλούμενος ταυτόχρονα, την ύπαρξή της. Ο «εγκέφαλος» της Γαίας φαίνεται να φέρει το κακό μέσα του ή, τουλάχιστον, να πάσχει από κάποια ανεξήγητη παραλυσία.

Κοσμικές, πάντως, ή γεωλογικές καταστροφές δεν φαίνεται να απειλούν τον πλανήτη μας. Η πυρπόλησή του από τον Ήλιο, όταν εκείνος εξαντλήσει τα πυρηνικά του καύσιμα και μετατραπεί σε ερυθρό γίγαντα, είναι ασφαλώς ένα σοβαρό ενδεχόμενο· ανάγεται, όμως, στο πολύ μακρινό μέλλον, πέντε δισεκατομμύρια χρόνια από σήμερα. Ασφαλώς, δεν μπορεί να αποκλείσει κανείς το ενδεχόμενο μιας αιφνίδιας καταστροφής: Την πτώση, για παράδειγμα, επί της Γης ενός μεγάλου αστεροειδούς ή την έκρηξη στη γαλαξιακή γειτονιά μας ενός υπερκαινοφανούς. Παρόμοιες, ωστόσο, καταστροφές έχουν ελάχιστη στατιστική πιθανότητα. Στους σύγχρονους καιρούς μάλιστα, η επιστήμη έχει βοηθήσει τα μέγιστα να τις απομυθοποιήσει. Είναι ενδεικτικό ότι, στις αρχές του αιώνα, η αναμενόμενη διέλευση του κομήτη του Halley προκάλεσε πανικό και υστερία στους ανθρώπους. Ύστερα όμως από 76 μόνο χρόνια, η επανεμφάνιση του το 1985 προκάλεσε, απλώς, έντονο ενδιαφέρον και την επιθυμία των πολλών να παρακολουθήσουν την πορεία του.

Ούτε γεωλογικές αλλαγές μεγάλης κλίμακας προβλέπονται στο εγγύς ή το απώτερο μέλλον. Η μετακίνηση των ηπειρωτικών πλακών, ασφαλώς, θα συνεχισθεί και η σεισμική δράση θα εμφανίζει περιοδικές εξάρσεις σε τούτο ή εκείνο το σημείο του πλανήτη. Δεν θα παύσει, όμως, να είναι μια δράση τοπική, για την οποία μάλιστα είναι πιθανόν να υπάρχει ακριβής πρόγνωση εντός της δεκαετίας.

Αν μια απειλή εμφανίζεται εγγύτερη και, ασφαλώς, καθολικότερη, αυτή είναι η εκ νέου απαρχή μιας εποχής παγετώνων. Παρά την ασάφεια των αιτίων, υπολογισμοί τοποθετούν την απαρχή ψύξεως του πλανήτη μέσα στις ερχόμενες χιλιετίες. Ο νέος κύκλος των παγετώνων θα διαρκέσει περί τα εκατό χιλιάδες έτη και θα καλύψει με πάγους το βόρειο τμήμα της Γης. Κατά ειρωνεία δηλαδή της τύχης, το πλουσιότερο και αλαζονικότερο τμήμα της. Ακόμη όμως και αν άλλα φαινόμενα, και κυρίως το «φαινόμενο του θερμοκηπίου», δεν εξισορροπήσουν την ψύξη του πλανή-

τη, η παρούσα ανάπτυξη του τεχνολογικού πολιτισμού προοιωνίζεται ότι θα έχουν βρεθεί τρόποι να εξουδετερωθούν ή, τουλάχιστον, να μετριασθούν οι συνέπειες.

Αφού λοιπόν φυσικές ή αστρονομικές καταστροφές δεν εμφανίζονται επικείμενες ή πιθανές, η σημερινή κατάσταση στον πλανήτη αναδεικνύεται τραγικότερη. Διότι, ακριβώς, ο άνθρωπος και ο ανθρώπινος πολιτισμός φαίνονται να απειλούνται μόνον από τον άνθρωπο και τον ανθρώπινο πολιτισμό. Δισεκατομμύρια χρόνια εξελίξεως, και η Γαία ίσως αποδειχθεί ότι ελάθεψε στο περιούσιο από τα δημιουργήματά της —στον εγκέφαλο— και στην οίηση που τον κατέχει.

Οι κίνδυνοι, λοιπόν, που απειλούν τον πλανήτη μας σήμερα έχουν τη ρίζα τους στον άνθρωπο και στη δραστηριότητα του: Αυτό είναι μια αλήθεια που προέχει να καταγραφεί. Οι διαστάσεις του κινδύνου είναι αμφιλεγόμενες· αλλά αυτό έχει σημασία δευτερεύουσα, αφού έτσι ή αλλιώς δεν επιτρέπουν κανέναν εφησυχασμό.

Κίνδυνοι, πρώτα και κύρια, από τα πυρηνικά όπλα και το ενδεχόμενο ενός πυρηνικού ολοκαυτώματος. Επίσης, από τον υπερπληθυσμό της Γης και την εξάντληση των ενεργειακών πηγών της. Κίνδυνοι, τέλος, από λόγους που αφορούν στο περιβάλλον και τη διατάραξη της ισορροπίας του.

Η πυρηνική απειλή

Η ΠΥΡΗΝΙΚΗ ΑΠΕΙΛΗ ΓΙΝΕΤΑΙ ΜΕ ΕΝΑΡΓΕΙΑ ΑΝΤΙΛΗΠΤΉ, από την αναφορά ενός και μόνον αριθμού: Σε κάθε άνθρωπο της Γης αντιστοιχεί σήμερα πυρηνικό υλικό, έτοιμο να εκραγεί, ισοδύναμο με τρεις τουλάχιστον τόννους TNT! Όχι τρεις σφαίρες ή, έστω, τρεις χειροβομβίδες· αλλά τρεις τόννοι μίας άκρως εκρηκτικής ουσίας αναλογούν σε κάθε παιδί, άνδρα ή γυναίκα έποικο του πλανήτη μας, σε μεγάλο βαθμό αθώων ή ανύποπτων για την έκταση της απειλής. Σε βάση οικονομική, η φρενήτις των εξοπλισμών σημαίνει για το πολεμικό οπλοστάσιο των εθνών ένα περίπου εκατομμύριο δολλάρια ανά λεπτό της ώρας. Που, ανάλογα με τον πλούτο και την τεχνολογική ικανότητα του καθενός, περιλαμβάνει πυρηνικές βόμβες, πυραύλους τρομακτικής ακρίβειας, πυρηνικά υποβρύχια ή συστήματα ακτίνων λέηζερ. Δεν αποτελεί δημαγωγία αλλά απλή έκφραση λογικής ο αριθμός των νοσοκομείων, τα σχολεία ή έστω οι χώροι πολιτισμού, που θα ήταν δυνατόν να δημιουργηθούν με τα κολοσσιαία αυτά ποσά.

Οι συνέπειες από την έκρηξη ενός πυρηνικού όπλου συνθέτουν δυστυ-

χώς ένα τρομακτικό, αλλά και ευρύτατο φάσμα. Άμεσης δράσης είναι το κρουστικό κύμα που δημιουργείται κατά την έκρηξη. Τούτο ταξιδεύει με ταχύτητα μεγαλύτερη από τον ήχο και ακολουθείται από θυελλώδεις ανέμους. Σε μια έκρηξη, για παράδειγμα, ενός μεγατόννου, το κρουστικό κύμα ενσπείρει τον θάνατο και την καταστροφή σε ακτίνα επτά, τουλάχιστον, χιλιομέτρων. Η θερμότητα που εκλύεται κατά την έκρηξη προκαλεί εγκαύματα τρίτου βαθμού στην ίδια περίπου ακτίνα, και προσωρινή τύφλωση σε αποστάσεις πολλαπλάσιες. Στο σημείο της εκρήξεως, η θερμοκρασία είναι συγκρίσιμη με αυτήν στο εσωτερικό του Ήλιου˙ μερικά, δηλαδή, εκατομμύρια βαθμοί. «Κοίταξα το τοπίο που μόλις ήταν ορατό στο λιγοστό φως της αυγής... Ξαφνικά και χωρίς κανέναν ήχο, οι γύρω λόφοι λούστηκαν σ' ένα εκτυφλωτικό φως, σαν κάποιος να είχε ανοίξει τον Ήλιο μ' έναν διακόπτη...», γράφει ο φυσικός Otto Frisch για την πρώτη πυρηνική δοκιμή που έγινε το 1945 στο Νέο Μεξικό. Λίγο αργότερα, η καταστροφή της Χιροσίμα και του Ναγκασάκι δεν άφηνε αμφιβολία για το τερατόμορφο «τζίνι», που αιώνες ήταν κλειστό σ' ένα επτασφράγιστο μπουκάλι. Ακόμη και οι σημερινοί απόγονοι των πρώτων θυμάτων φέρουν ανεξίτηλα τα ίχνη από τη ραδιενέργεια που έσπειραν στο περιβάλλον οι εκρήξεις.

Είναι γεγονός ότι οι πυρηνικές εκρήξεις δεν υπερβαίνουν απλώς κατά πολύ το μέγεθος των συνηθισμένων εκρήξεων που απαντώνται σ' έναν «κλασικό» πόλεμο. Η ραδιενέργεια που εκλύεται κατά την ίδια την έκρηξη, ή και τα κατάλοιπα της που διαχέονται στην ατμόσφαιρα και καταλήγουν μετά από χρόνια πάλι στη Γη, θα καταστήσουν μεγάλες περιοχές άχρηστες και επικίνδυνες για κάθε μορφή ζωής· κυριολεκτικά, Κρανίου τόπους. Ας σημειωθεί, ότι το παγκόσμιο πυρηνικό οπλοστάσιο έχει σήμερα ισχύ ισοδύναμη με ένα εκατομμύριο βόμβες σαν τη μοιραία εκείνη που κατέστρεψε τη Χιροσίμα. Είναι πιθανόν, λίγο μετά την στιγμή της εκρήξεως, τα ραδιενεργά σωμάτια να υπερφαλαγγίζονται, ως προς τη θανατηφόρο δράση τους, από το θερμικό και κρουστικό κύμα. Καθώς όμως τα σωμάτια αυτά προκαλούν καρκινικές καταστάσεις και αλλοιώσεις στα ίδια τα γονίδια, επί χρόνια ή και γενιές μετά την καταστροφή, θύματα αλλεπάλληλα θ' αποτελούν τους τραγικούς μάρτυρες μιας πυρηνικής εκρήξεως. Τους μάρτυρες, και κάποτε τους μόνους· διότι η βόμβα νετρονίων, για παράδειγμα, η αποθέωση της πολεμικής διαστροφής, προσβάλλει με τα ραδιενεργά νετρόνια τον ανθρώπινο οργανισμό ενώ αφήνει άθικτα τα κτίρια.

Στο δέος που προκαλούν παρόμοια στοιχεία, ο άνθρωπος αντιτάσσει -συχνά βέβαια ενδόμυχα- μια κυνική ιδιοτέλεια. Όσο τρομακτική κι αν

φαίνεται μια πυρηνική έκρηξη, δεν παύει να περιορίζεται σε μια συγκεκριμένη περιοχή- η Χιροσίμα χθες, ένας άλλος «χρήσιμος» στόχος αύριο. Υπολογισμοί, πράγματι, δείχνουν ότι, μιας μεγάλης κλίμακας πυρηνική αναμέτρηση θα έχει ως άμεσα θύματα περίπου το 20% «μόνον» του παγκόσμιου πληθυσμού. Κάθε έθνος ή άτομο μεμονωμένο έχει, συνεπώς, το αφελές δικαίωμα να ελπίζει ότι θα περιλαμβάνεται στο μέρος εκείνο που δεν θα θιγεί.

Μήτε όμως αυτές οι «αισιόδοξες» απόψεις, έχουν, απ' ό,τι φαίνεται, βάση. Διότι η βιόσφαιρα της Γης είναι ένα ευαίσθητο και αλληλένδετο σύστημα. Μελέτες λοιπόν της τελευταίας δεκαετίας, παρ' όλη την αβεβαιότητα των παραγόντων που υπεισέρχονται, εξομοιώνουν έναν πυρηνικό πόλεμο με μια αληθινή βιβλική καταστροφή. Καθώς εκτεταμένες πυρκαγιές θα ακολουθήσουν τις πυρηνικές εκρήξεις, ο καπνός και η σκόνη δεν θα επιτρέπουν τη διέλευση του ηλιακού φωτός. Ημίφως θα επικρατήσει στην επιφάνεια της Γης, η θερμοκρασία θα πέσει αισθητά κάτω από το μηδέν, ενώ ισχυρές ανεμοθύελλες και ραδιενεργά κατάλοιπα θα σαρώνουν την ατμόσφαιρα, θα μολύνουν το νερό και τις τροφές. Ο εφιάλτης αυτός, που ευγενικά αποκαλείται «πυρηνικός χειμώνας», θα διαρκέσει μερικούς μήνες. Η «άνοιξη» που θ' ακολουθήσει θα είναι άνοιξη μόνον κατ' όνομα. Διότι το στρώμα του όζοντος, που προστατεύει τους ζώντες οργανισμούς από τις υπεριώδεις ακτίνες του Ήλιου, θα έχει καταστραφεί από τις πυρηνικές εκρήξεις. Ακόμη λοιπόν κι αν κάποιου είδους ισορροπία αποκατασταθεί, ο πλανήτης θα εξακολουθήσει -και για όσους έχουν επιβιώσει!- να αποτελεί τόπο αφιλόξενο.

Αυταπάτες, επομένως, υποκριτικές ή καλόπιστες δεν βοηθούν. Από έναν πυρηνικό πόλεμο δεν κινδυνεύουν μια μεμονωμένη περιοχή ή, έστω, κάποια έθνη του πλανήτη μας. Ολόκληρο το ανθρώπινο είδος και ο πολιτισμός του έχει τεθεί υπό τη Δαμόκλειο σπάθη.

Αυτό, μάλιστα, που συνήθως δεν αναφέρεται στη σχετική επιστημονική βιβλιογραφία -ίσως γιατί δεν υπάρχει τρόπος να μετρηθεί- είναι μια άλλη συνιστώσα της καταστροφής· με βαρύνουσα ωστόσο σημασία, κατά τον συγγραφέα του παρόντος βιβλίου.

Πρόκειται για τον πανικό και τις κοινωνικές εντάσεις που αναπόδραστα θα δημιουργηθούν από μια, έστω και περιορισμένη σε έκταση, πυρηνική καταστροφή. Το αίσθημα της αυτοσυντηρήσεως -κατάλοιπο πιθανόν της βιολογικής μας εξελίξεως- θα κυριαρχήσει στην ανθρώπινη συμπεριφορά. Η βία, η αλληλεξόντωση αλλά και η ψυχολογία που δημιουργεί η άγνοια και η αίσθηση ενός ύπουλου κινδύνου θα αφήσουν σκληρά ίχνη σε ευρύτατα στρώματα πληθυσμού. Αρκεί να αναλογισθεί κανείς τα

όσα, σοβαρά ή κωμικά, επακολούθησαν το πυρηνικό ατύχημα του Τσερνομπίλ. Ήταν, ασφαλώς, μια μικρογραφία των όσων μας μέλλονται σε σοβαρότερες καταστάσεις.

Μήτε, επίσης, τα τυποποιημένα επιχειρήματα περί «ισορροπίας του τρόμου» αντέχουν σε σοβαρή κριτική. Διότι, αστάθειες της μιας ή της άλλης μορφής -σοβαρές, δηλαδή πολιτικές ή στρατιωτικές κρίσεις- παρουσιάζονται συχνά στην παγκόσμια σκηνή. Και τούτο παρά την πρόσφατη -ελπίζεται μόνιμη- υποχώρηση του ψυχρού πολέμου και τα καταιγιστικά πολιτικά γεγονότα που σφραγίζουν τη δεκαετία. Ωστόσο, η ανθρωπότητα παράγει με σταθερό περίπου ρυθμό δικτάτορες, απεγνωσμένα θύματα ή φανατικούς κάθε λογής. Είναι η γεωγραφική ή η ιστορική κατανομή τους μόνον που ποικίλλει.

Παρ' όλη, λοιπόν, την ασάφεια των παραγόντων που υπεισέρχονται, όσα αναφέρθηκαν υποδηλώνουν μιαν αναμφισβήτητη αλήθεια: Την αδυναμία μακροχρόνιας συνυπάρξεως των πυρηνικών όπλων με τον άνθρωπο ή τον πολιτισμό του. Όπως παρατηρεί εύστοχα ο Λ. Οικονόμου, «Η πυρηνική ενέργεια είναι κατά πολύ έξω από το Μέτρο της ζωής, και γι' αυτό τον λόγο αποτελεί ύβριν με την έννοια της αρχαίας ελληνικής τραγωδίας».

Παραδείγματα, από τις συνέπειες της ύβρεως, έχει πολλά να επιδείξει η ανθρώπινη ιστορία. Στην Αισχύλεια σύλληψη του κόσμου, είναι τα δεινά μόνον που αλλάζουν πρόσωπο.

Ο υπερπληθυσμός της Γης

ΤΗ ΣΤΙΓΜΗ ΠΟΥ ΓΡΑΦΟΝΤΑΙ ΑΥΤΕΣ ΟΙ ΣΕΛΙΔΕΣ, ο πληθυσμός της Γης υπερβαίνει τα πέντε δισεκατομμύρια. Ο αριθμός, αυτός καθ' εαυτόν, δεν είναι ανησυχητικός· διότι υπάρχουν ακόμη απέραντες ακατοίκητες εκτάσεις και ικανά αποθέματα διατροφής. Αυτό που είναι ανησυχητικό είναι ο ετήσιος ρυθμός της αύξησης του παγκόσμιου πληθυσμού. Παρά την αβεβαιότητα των στατιστικών, φαίνεται ότι προσεγγίζει σήμερα το 2%. Που σημαίνει ότι 250.000 βρέφη ανοίγουν καθημερινά τα μάτια τους στα μυστήρια του κόσμου· και ότι ο πλανήτης μας επιβαρύνεται με τη συντήρηση 80 εκατομμυρίων νέων ανθρώπων τον χρόνο. Σαν να μην έφτανε αυτό, ήδη τα τρία τέταρτα του πληθυσμού -στις λεγόμενες υπανάπτυκτες χώρες- υποφέρουν από οξύτατες ελλείψεις τροφίμων και ιατρικής φροντίδας· και δεκάδες χιλιάδες, μεταξύ των οποίων και παιδιά, είναι ετησίως θύματα των συνθηκών αυτών.

Τα πράγματα όμως είναι ακόμη χειρότερα, επειδή η αύξηση του πληθυσμού δεν είναι σταθερή. Αν κάθε χρόνο προσετίθετο ο ίδιος αριθμός ανθρώπων, που θα σήμαινε «γραμμική αύξηση», σε 500 χρόνια από τώρα ο γήινος πληθυσμός θα έφθανε τα 40 δισεκατομμύρια. Με λίγη αισιοδοξία ως προς την ορθολογικότερη ανακατανομή του πλούτου, η Γη θα είχε ακόμη τα περιθώρια να τον εκθρέψει. Ωστόσο, ο σημερινός ρυθμός αυξήσεως του πληθυσμού κατά 2% ετησίως συνεπάγεται -όπως ένα κεφάλαιο που ανατοκίζεται- πολύ περισσότερο ανθρώπινο πληθυσμό στο μέλλον. Η πληθυσμιακή μας πορεία αντιστοιχεί στη λεγόμενη εκθετική μορφή: Σχετικά αργή αύξηση στην αρχή, που διαρκώς θα επιταχύνεται, έως ότου λάβει απειλητικές διαστάσεις. Αυτή η απλή εκθετική μορφή προβλέπει, στο ίδιο διάστημα των 500 χρόνων, περισσότερους από 100 τρισεκατομμύρια κατοίκους για την άτυχη Γη· έναν περίπου κάτοικο ανά τετραγωνικό μέτρο, όπου περιλαμβάνονται και οι θάλασσες!

Το συμπέρασμα, όμως, από τα δημογραφικά στοιχεία που διαθέτομε —και παρ' όλο που υπάρχουν ασφαλώς ικανά περιθώρια ανακριβείας— είναι τραγικό. Φαίνεται ότι η πραγματική αύξηση του πληθυσμού είναι ακόμη ταχύτερη και από αυτήν που προβλέπει η εκθετική μορφή! Και τούτο, διότι ο ίδιος ο ρυθμός αυξήσεως, το σημερινό 2%, δεν παραμένει σταθερός, αλλά μεγαλώνει. Έτσι, ο χρόνος που απαιτήθηκε για τον διπλασιασμό του πληθυσμού της Γης μειώνεται δραστικά με την πάροδο των αιώνων. Πράγματι, στις αρχές του εικοστού αιώνα είχε κατέλθει στα 100 χρόνια, σήμερα είναι λίγες μόνον δεκαετίες και σύντομα —σύντομα σε σχέση με την κλίμακα της ανθρώπινης ιστορίας— θα αποτελείται από μονοψήφιο αριθμό. Μια ανεξέλεγκτη έκρηξη πληθυσμιακή είναι επί θύραις.

Δεν χρειάζονται ειδικές αναλύσεις για να γίνουν αντιληπτές οι συνέπειες του υπερπληθυσμού. Ας σημειωθεί, μόνον, ότι με τις σημερινές συνθήκες παραγωγής, ο μέγιστος πληθυσμός που είναι δυνατόν να έχει το επίπεδο ζωής των δυτικών χωρών μόλις και υπερβαίνει το ένα δισεκατομμύριο. Και μια που, μήτε η βιομηχανική ή η αγροτική παραγωγή μπορεί να αυξάνεται κατά βούλησιν, μήτε η αδάπανη παραγωγή ενέργειας είναι εύκολη υπόθεση, η κατάσταση εμφανίζεται αδιέξοδη. Ακόμη και αν υποτεθεί ότι η στοιχειώδης διατροφή του πληθυσμού —και μέχρι πότε;— εξασφαλίζεται, παραμένουν ισχυροί οι έμμεσοι κλυδωνισμοί: Η πληθυσμιακή αύξηση προκαλεί εντάσεις που δεν ελέγχονται εύκολα και περικλείουν ισχυρή την πιθανότητα πολέμων. Παράλληλα, μεγαλώνουν οι βιοτικές ανισότητες σε τούτο ή σε εκείνο το σημείο του πλανήτη μας, ενώ η ανάπτυξη, υπό την πίεση των πραγμάτων, γίνεται χωρίς κανόνες και

έχει, ως εκ τούτου, καταστροφικές επιπτώσεις. Φαίνεται ότι η εντολή «Αυξάνεσθε και πληθΰνεσθε και κατακυριεύσατε την γην» δεν περιείχε και τόση θεϊκή σοφία.

Ασφαλώς, δεν λείπουν, ανάμεσα στους μελετητές ή τους ειδικούς, οι σχετικά πιο αισιόδοξοι. Και επειδή η αμφισβήτηση των στοιχείων ή των προβλέψεων είναι δύσκολη, η αισιοδοξία αυτή διοχετεύεται σε άλλες κατευθύνσεις. Στις δυνατότητες, ας πούμε, να αναπτυχθούν καλύτερες μέθοδοι διατροφής, όπως η αγροβιολογία -η χρήση δηλαδή, βιολογικών μέσων για τη γονιμοποίηση των εδαφών- ή η υδροκαλλιέργεια, και η παραγωγή συνθετικών τροφών. Και τούτα, ασφαλώς, πρέπει να γίνονται, και ήδη γίνονται σε κάποια έκταση. Εάν όμως υπό τις πληθυσμιακές πιέσεις η εκμετάλλευση των εδαφών και η βελτίωση της καλλιέργειας οδηγηθούν σε ακραίες μορφές, ο φαύλος κύκλος είναι εμφανής. Η χρήση λιπασμάτων ή παρασιτοκτόνων, η μετατροπή των δασών σε καλλιεργήσιμες εκτάσεις, η εξάντληση του εδάφους από μια εντατική καλλιέργεια διαταράσσουν το οικοσύστημα και έχουν άλλες σοβαρές συνέπειες. Ας σημειωθεί ότι χρειάζεται να δεκαπλασιασθεί η εκμετάλλευση των φυσικών πηγών για να κατακτήσουν όλοι οι άνθρωποι, γύρω στο έτος 2000, το σημερινό μέσο βιοτικό επίπεδο των δυτικών χωρών.

Μια άλλη γραμμή αισιοδοξίας, που περιέργως υποστηρίχθηκε κατά καιρούς και από γνωστούς επιστήμονες, δεν απέχει από τα όρια της επιστημονικής φαντασίας. Πρόκειται για τη δυνατότητα «μετανάστευσης» μέρους του ανθρώπινου πληθυσμού, αυτήν τη φορά σε άλλους πλανήτες ή επί τούτου κατασκευασμένους διαστημικούς σταθμούς. Παρόμοιες προοπτικές είναι ευνόητο ότι εξάπτουν την ανθρώπινη φαντασία· επενεργούν όμως αρνητικά στη συνειδητοποίηση του προβλήματος. Διότι, και με επιπόλαια έστω διερεύνηση, διαπιστώνεται ότι αποτελούν καθαρές ανοησίες. Πράγματι, αυτήν τη στιγμή άλλος «κατάλληλος» πλανήτης που να ζωογονείται από τον δικό μας ή κάποιον άλλο Ήλιο δεν έχει εντοπισθεί· αλλά και αν είχε, η εποίκηση του από σημαντικό αριθμό ανθρώπων δεν φαίνεται τεχνολογικά δυνατή, ούτε καν στο μακρινό μέλλον.

Όσο για την κατασκευή διαπλανητικών σταθμών, οι προοπτικές είναι πάλι αποθαρρυντικές. Ακόμη και αν αγνοηθούν -που δεν φαίνεται δυνατόν ούτε καν στα χαρτιά- τα προβλήματα της κατασκευής, της συντηρήσεως ή ακόμη της προσαρμογής του ανθρώπινου είδους στο τεχνητό περιβάλλον ενός αιωρούμενου σταθμού, ένα και μόνον γεγονός υπογραμμίζει το ανεφάρμοστο της ιδέας: Η σημερινή αύξηση του γήινου πληθυσμού αντιστοιχεί -και όπως είδαμε, διαρκώς θα επιταχύνεται- σε περίπου 250 χιλιάδες ανθρώπους ημερησίως. Αυτός ο αριθμός τυχερών ή άτυχων επι-

βατών θα έπρεπε να εγκαταλείπει καθημερινά τη Γη, μόνον και μόνον για να επιτευχθεί κάποια στοιχειώδης ισορροπία.

Ενεργειακή κρίση ή ή ενεργειακή ακρισία

ΔΕΝ ΕΙΝΑΙ ΟΜΩΣ ΑΠΛΩΣ Η ΕΛΛΕΙΨΗ ΧΩΡΟΥ ή του επιουσίου, που καθιστά εφιαλτική την υπέρμετρη αύξηση του πληθυσμού σε έναν πλανήτη πεπερασμένο, όπως είναι η Γη. Αμεσα συνδεδεμένο είναι και το πρόβλημα επάρκειας της Γης σε ενεργειακά διαθέσιμα. Πρόβλημα, που εμφανίζει πολλές και αναπάντεχες πλευρές.

Το ότι το τεχνολογικό επίπεδο ενός κοινωνικού συνόλου, αλλά και εν πολλοίς το μέλλον μιας κοινωνίας, είναι σε άμεση συνάρτηση με την ενέργεια που καταναλώνει, είναι γεγονός περίπου αυτονόητο. Ο σημερινός τεχνολογικός πολιτισμός παρουσιάζει δέκα φορές μεγαλύτερη κατανάλωση ενέργειας κατά κεφαλήν, για ποικίλες χρήσεις, από τη μέση κατά κεφαλήν κατανάλωσή του σε ενέργεια διατροφής. Αυτοί οι αριθμοί ήταν περίπου ίσοι στον πολιτισμό της Αρχαίας Ελλάδος ή και σε αυτόν της Ρωμαϊκής εποχής. Ο σημερινός δεκαπλασιασμός της αναλογίας αντικατοπτρίζει την ανάπτυξη, αλλά και τις ενεργειακές απαιτήσεις του σύγχρονου βιομηχανικού πολιτισμού.

Το ίδιο όμως αυτονόητο είναι και το γεγονός ότι τα ενεργειακά αποθέματα της Γης δεν θα διαρκέσουν επ' άπειρον. Υπολογισμοί δείχνουν ότι με τον παρόντα ρυθμό χρήσεως του, το πετρέλαιο θα έχει εξαντληθεί σε πενήντα περίπου χρόνια. Ο πολιτισμός μας θα μπορεί τότε να καυχιέται ότι, ως άλλος άσωτος υιός, κατεσπατάλησε, σε λιγότερο από έναν αιώνα, πλούτο που χρειάστηκε εκατοντάδες εκατομμύρια χρόνια να σχηματισθεί. Όσο για το κάρβουνο, αρχικά τουλάχιστον, τα πράγματα εμφανίζονται καλύτερα: Τα αποθέματά του αρκούν για μερικές εκατοντάδες χρόνια. Πρέπει όμως να σημειωθεί ότι η καύση του κάρβουνου —αλλά συχνά και η εξόρυξη του— έχουν βλαπτικές επιδράσεις στο περιβάλλον και στην ανθρώπινη υγεία, αφού μέρος του θα επιστρέψει στο έδαφος ως τοξική βροχή.

Ευνόητες, ασφαλώς, ελπίδες στηρίχθηκαν στη χρήση της πυρηνικής ενέργειας. Η πυρηνική ενέργεια —αυτή που παρέχουν ως ηλεκτρισμό πυρηνικά εργοστάσια διάσπαρτα στις πλούσιες χώρες του πλανήτη μας— απετέλεσε, χωρίς αμφιβολία, ένα επιστημονικό και τεχνολογικό επίτευγμα, αφού κατόρθωσε να ελέγξει διαδικασίες στο έσχατο επίπεδο της ύλης. Έτσι, το ραδιενεργό ουράνιο εκπέμπει αυτομάτως νετρόνια, που

προκαλούν σχάση σε άλλους πυρήνες, παραγωγή εκ νέου νετρονίων και έκλυση μεγάλων ποσών θερμότητας· η εν δυνάμει αλυσσιδωτή αυτή αντίδραση μπορεί να καταστεί ελεγχόμενη με ειδικές ράβδους καδμίου. Στην συνέχεια, όπως στα συμβατικά εργοστάσια, η θερμική ενέργεια μετατρέπεται με ατμοστρόβιλους σε ηλεκτρισμό.

Δεν είναι περίεργο ότι, η σχετική αφθονία του ορυκτού ουρανίου, η διαρκώς ανακυκλούμενη ενεργειακή κρίση, αλλά και τα πολυποίκιλα εθνικά ή βιομηχανικά συμφέροντα που επενδύθηκαν στους πυρηνικούς σταθμούς, οδήγησαν αρχικά στην αποδοχή της πυρηνικής ενέργειας ως περίπου αναγκαίου κακού. Σ' αυτό το γεγονός, δεν έπαιξαν μικρό ρόλο επιστήμονες, ικανοί κατά τα άλλα, ενσωματωμένοι όμως σε μια μυωπική τεχνοκρατική και αναπτυξιακή αντίληψη. Με την πάροδο του χρόνου, αποδείχθηκε εν τούτοις ότι ούτε η αναγκαιότητα του κακού ήταν δεδομένη, αλλά ότι και το ίδιο το κακό είχε επιδέξια κρυμμένες διαστάσεις. Διότι η σχάση των πυρήνων παράγει ραδιενεργά κατάλοιπα, που αποτελούν σοβαρότατο και ύπουλο κίνδυνο για το περιβάλλον και τα ανθρώπινα γονίδια. Το δε πρόβλημα της «αποθήκευσης» των καταλοίπων, που χρειάζεται να διαρκέσει εκατοντάδες χρόνια μέχρις ότου η ραδιενέργεια καταστεί αμελητέα, δεν έχει ουσιαστικά λυθεί. Η τοποθέτηση των απορριμμάτων αυτών σε ορυχεία αλατιού ή η καταβύθισή τους μέσα σε χαλύβδινα δοχεία στους ωκεανούς—ακόμη και η τοποθέτηση τους σε πυραύλους έχει προταθεί!— πρέπει να θεωρηθούν λύσεις ανάγκης, που δεν έχουν πολλά περιθώρια αντοχής στη φθορά του χρόνου ή στη γεωλογική δραστηριότητα.

Πέρα όμως απ' αυτό, πραγματικοί και ανεξέλεγκτοι κίνδυνοι ελλοχεύουν σε περιπτώσεις ατυχημάτων, που φαίνεται να ήσαν συχνότερα απ' όσα η κοινή γνώμη αφέθηκε να πληροφορηθεί. Ο πιθανότερος τύπος ατυχήματος σ' έναν ατομικό αντιδραστήρα είναι η υπερθέρμανση με διαφυγή του καυσίμου. Η ραδιενεργός μάζα μπορεί τότε να τρυπήσει το ανθεκτικότατο προστατευτικό της περίβλημα και να βυθιστεί στη Γη. Παρ' όλο που η πιθανολογούμενη ανάδυσή του στο άλλο άκρο της Γης (το περίφημο «σύνδρομο της Κίνας») δεν αντέχει σε επιστημονική τεκμηρίωση, οι συνέπειες θα είναι, ούτως ή άλλως, καταστροφικές. Βλάβες επιδέχονται επίσης τα συστήματα υψηλής πίεσης ή είναι δυνατόν να προκληθούν και εξαιτίας των επιδράσεων της ακτινοβολίας στα υλικά που χρησιμοποιούνται. Για την πληρότητα της εικόνας —ή της απειλής— πρέπει κανείς να λάβει υπ' όψιν του τυχόν πολεμικά ή τρομοκρατικά γεγονότα που θα είχαν ως στόχο εκβιασμού έναν πυρηνικό αντιδραστήρα.

Η ανάγκη ηπιότητας

ΑΝ, ΩΣΤΌΣΟ, ΤΑ ΟΡΥΚΤΑ ΚΑΥΣΙΜΑ —το πετρέλαιο και ο άνθρακας— σύντομα θα εξαντληθούν και η πυρηνική ενέργεια, υπό το βάρος των κινδύνων που περικλείει, δεν φαίνεται να αποτελεί λύση, με ποιο τρόπο θα ικανοποιηθεί ο διψασμένος για ενέργεια πολιτισμός μας; Εδώ μπορεί να είναι κανένας κατηγορηματικός: Αν η παρούσα τάση υπερπληθυσμού συνεχισθεί, και το ίδιο η αλόγιστη ενεργειακή κατανάλωση —απ' ό,τι υπολογίζεται και αυτή ακολουθεί εκθετική αύξηση!— τότε δεν υπάρχουν λογικές προοπτικές για μια ισορροπημένη εξέλιξη. Στο σημείο αυτό πρέπει να τονισθεί ότι οι ενεργειακές απαιτήσεις είναι και πάλι άνισα κατανεμημένες προς μεγάλο όφελος των ανεπτυγμένων κρατών. Η περίφημη ενεργειακή κρίση είναι, σε μεγάλο βαθμό, η αδυναμία των πλουσίων να προσαρμοστούν σ' έναν τρόπο ζωής δικαιότερο για τους άλλους και λιγότερο για τους ίδιους.

Στην αισιόδοξη, όμως, περίπτωση που μια στάση πιο φιλοσοφημένη επικρατήσει στην παγκόσμια σκηνή, η λύση του ενεργειακού προβλήματος εμφανίζει μια και μόνη ορατή κατεύθυνση: Αυτήν των λεγόμενων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Πρώτη και κύρια ανάμεσά τους η ηλιακή ενέργεια, που όχι μόνο «προσφέρεται δωρεάν» αλλά είναι και πρακτικά ανεξάντλητη. Το ότι, όμως, προσφέρεται δωρεάν, είναι μάλλον ψευδεπίγραφο˙ διότι ουσιαστικά δεν έχει λυθεί ακόμη το πρόβλημα της αποθήκευσής της, αφού οι εγκαταστάσεις αυτόνομης παροχής ηλεκτρισμού από μικρές μονάδες έχουν απαγορευτικό κόστος. Η εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας -ας σημειωθεί, ότι η ποσότητα που φθάνει στη Γη υπερβαίνει κατά 5.000 φορές τις ανθρώπινες ανάγκες- δεν είχε, πιθανόν, την πρόοδο που αναμενόταν. Οι αλματώδεις όμως εξελίξεις στη Φυσική και την τεχνολογία των υλικών —οι ημιαγωγοί και τα υπεραγώγιμα υλικά, είναι εκφράσεις αυτής της εξελίξεως- πείθουν για τις μακροπρόθεσμες δυνατότητες που υπάρχουν. Είναι ευοίωνο, άλλωστε, ότι οι μικρής κλίμακας εφαρμογές, κυρίως για θέρμανση νερού ή σπιτιών, κερδίζουν συνεχώς έδαφος.

Με ταχύτερο σχετικά ρυθμό αναπτύσσεται η εκμετάλλευση της αιολικής ενέργειας. Είναι ενδιαφέρον ότι ο άνεμος χρησιμοποιήθηκε πολύ στο παρελθόν, τον δε 18ο αιώνα η τεχνική των ανεμόμυλων είχε φθάσει σε αξιόλογα επίπεδα. Εξίσου καθαρή και αιώνια με την ηλιακή —στην επενέργεια του Ήλιου οφείλονται άλλωστε και οι άνεμοι!— η αιολική ενέργεια έχει ήδη βρει εφαρμογές μεγάλης κλίμακας στα λεγόμενα αιολικά

πάρκα, που διοχετεύουν ηλεκτρική ενέργεια στα υπάρχοντα δίκτυα. Κι εδώ, βέβαια, το κόστος είναι συχνά απαγορευτικό. Πρέπει όμως να σημειωθεί, και αυτό αφορά όλες τις ήπιες μορφές ενέργειας, ότι η έννοια του κόστους υποκρύπτει, απλώς, τη στενή οικονομική αντίληψη που επικρατεί στις σύγχρονες κοινωνίες. Αν το ανθρώπινο μέλλον ή οικολογικοί παράγοντες ληφθούν υπ' όψιν, κάθε παρόμοια επένδυση έχει ουσιαστική την απόσβεση.

Στις ανανεώσιμες μορφές ενέργειας περιλαμβάνονται ακόμη τρεις ενδιαφέρουσες περιπτώσεις. Η υδροηλεκτρική ενέργεια κατά πρώτον -που εύστοχα αποκαλείται και λευκός άνθραξ— έχει ήδη ευρεία διάδοση· παρ' όλο που οι παρενέργειες της, όσον αφορά στο περιβάλλον, ή οι κίνδυνοι από τα τεράστια φράγματα που απαιτούνται, δεν είναι αμελητέοι. Η γεωθερμική ενέργεια, δεύτερον, στηρίζεται προς το παρόν μόνον στις υπόγειες δεξαμενές ατμού ή ζεστού νερού που οδηγούνται υπό πίεση στην επιφάνεια. Η παραπέρα εκμετάλλευση των διαφορών θερμοκρασίας στον γήινο φλοιό, απαιτεί δυσχερείς και πολυδάπανες γεωτρήσεις. Η ενέργεια από τις παλίρροιες, τέλος, ή τα θαλάσσια κύματα, δεν έχει ακόμη βρει πρακτικούς τρόπους εκμεταλλεύσεως και δεν υπολογίζεται ότι τούτο θα γίνει στο άμεσο μέλλον.

Εκτός, λοιπόν, αν γίνει κάποια τομή στην εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας —που δεν πρέπει ασφαλώς να αποκλείεται— οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας δεν φαίνεται να επαρκούν για να καλύψουν ανάγκες που κάθε δεκαετία διπλασιάζονται. Μπορούν, όμως, αν η ανθρωπότητα σταματήσει την αυτοκαταστροφική πορεία της, να καλύψουν μεγάλο μέρος από τις ανάγκες σε φωτισμό, θέρμανση ή μεταφορές. Έχουν, άλλωστε, οι ήπιες μορφές ενέργειας μια αρετή που τείνει να λησμονηθεί. Όπως παρατηρεί με γλαφυρότητα ο Murray Bookchin: «Έχουμε διαφοροποιηθεί από τη φύση. Η τεχνολογία και το περιβάλλον μας έγιναν τελείως άψυχα και συνθετικά. Έγιναν ένας ακατάλληλος φυσικός χώρος που έδιωξε κάθε ψυχή από τον άνθρωπο και τη σκέψη του. Επαναφέροντας τον ήλιο, τον άνεμο, τη γη, τη θάλασσα και το νερό μέσα στον κόσμο της τεχνολογίας, στην υπηρεσία της ανθρώπινης επιβίωσης, είναι σαν να κάνουμε μια επαναστατική ανανέωση των δεσμών του ανθρώπου με τη φύση».

Το ενεργειακό, άλλωστε, πρόβλημα, όπως έχει επικρατήσει να αποκαλείται, έχει και μια άλλη διάσταση. Είναι πολύ πιθανόν ότι δεν θα μας λείψει ενέργεια, αλλά ότι ήδη καταναλώνομε περισσότερη από όση επιτρέπεται! Η «ενεργειακή κρίση» είναι προς την αντίθετη, δηλαδή, κατεύθυνση. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι, μεγάλο μέρος από κάθε μορφή ενέργειας «ξεπέφτει» τελικά σε θερμότητα. Είτε από το κάρβουνο, τον

Ήλιο ή τους πυρηνικούς αντιδραστήρες αντλούμε τις απαραίτητες ποσότητες, η θερμότητα είναι ένα σταθερό και αναπόφευκτο δευτερογενές προϊόν. Έκλυση θερμότητας συνοδεύει την κίνηση των αυτοκινήτων, τη λειτουργία των ηλεκτρικών συσκευών, την παραγωγή ενός εργοστασίου. Αυτή η θερμότητα δεν κατανέμεται και πάλι ομοιόμορφα στην επιφάνεια του πλανήτη, αλλά συγκεντρώνεται στις μεγάλες πόλεις. Με ορατό παράδειγμα την Αθήνα, οι πόλεις αυτές παρουσιάζουν ήδη αισθητή διαφορά θερμοκρασίας από την ύπαιθρο.

Στο επίπεδο του πλανήτη, η θερμική αυτή μόλυνση είναι ακόμη αμελητέα. Υπάρχουν όμως ενδείξεις ότι —όπως η αύξηση του πληθυσμού- ακολουθεί μια ραγδαία ανοδική τάση. Αύξηση της παραγωγής ενέργειας, με οποιαδήποτε τεχνική, κατά μερικές εκατοντάδες φορές, υπολογίζεται ότι θα ανεβάσει τη μέση θερμοκρασία του πλανήτη αισθητά — περί τους δύο βαθμούς Κελσίου. Μια αλυσίδα σοβαρών αλλαγών στη βιόσφαιρα θα ακολουθήσει την άνοδο αυτή της θερμοκρασίας, με πρώτη και κύρια το λειώσιμο των πάγων. Και αυτή η κρίσιμη άνοδος της θερμοκρασίας δεν θ' αργήσει. Εάν η κατανάλωση ενέργειας ακολουθεί κι αυτή εκθετική μορφή, εκτιμάται ότι θα συμβεί μέσα σε δύο εκατονταετίες.

Εκτιμάται έτσι, αλλά για άλλο λόγο αναμένεται πολύ ενωρίτερα: Διότι η θερμοκρασία του πλανήτη υπάρχει φόβος ότι θα αυξηθεί με επιταχυνόμενο ρυθμό, λόγω του φαινομένου του θερμοκηπίου. Όσο το κάρβουνο ή το πετρέλαιο αποτελούν κύρια πηγή ενέργειας, η καύση τους επιβαρύνει την ατμόσφαιρα με διοξείδιο του άνθρακος· και το αέριο αυτό, παρ' όλο που άχρουν και άοσμον, επενεργεί ως τεράστιο κάτοπτρο που επαναφέρει στη Γη όση θερμότητα προσπαθεί να διαφύγει από την ατμόσφαιρα της.

Με την παρούσα αυξητική τάση στην κατανάλωση ενέργειας, το θερμικό και ασφυκτικό αυτό τέλος δεν τοποθετείται και πολύ μακριά. Σε λιγότερο, ίσως, από μια εκατονταετία, η συνεχής παραγωγή θερμότητας από τον βιομηχανικό μας πολιτισμό θα ανεβάσει τη γήινη θερμοκρασία κατά τους κρίσιμους δύο βαθμούς. Τούτο θα αποτελέσει την αρχή του κατακλυσμού. Ενός κατακλυσμού χωρίς αυτήν τη φορά ορατή τη δυνατότητα κατασκευής μιας κιβωτού για την επιβίωση του είδους.

Το συμπέρασμα είναι αναπόφευκτο: Η ραγδαία πληθυσμιακή αύξηση, που συνοδεύεται από αντίστοιχες απαιτήσεις σε— ενέργεια, αλλά και η επικράτηση ενός προτύπου ζωής κατά βάσιν άπληστου και εγωιστικού, δεν προοιωνίζονται ομαλό το μέλλον για την ανθρωπότητα. Οι εκτιμήσεις για τον χρόνο ή τη μορφή του τέλους ποικίλλουν. Εκεί, όμως, που δεν υπάρχουν πια σοβαρές αμφιβολίες είναι στο γεγονός ότι τα περιθώρια

εξαντλούνται. Η ανθρωπότητα πρέπει σύντομα ν' αλλάξει ως προς τις συνήθειες, τις προοπτικές και τον τρόπο αναπτύξεως. Επιπρόσθετα, ως προς την υπεροψία και μέθη των προνομιούχων της.

Απειλές στην ατμόσφαιρα

Η ΠΟΡΕΙΑ ΤΗΣ ΑΝΘΡΩΠΟΤΗΤΑΣ προς τον εικοστό πρώτο αιώνα χαρακτηρίζεται από τις πρώτες ενδείξεις μιας επικρεμάμενης οικολογικής καταστροφής. Ενώ τα επιστημονικά στοιχεία περί τούτου διαρκώς συσσωρεύονται, απροσδόκητα κλιματικά φαινόμενα —εκτεταμένες ξηρασίες, πλημμύρες ή θύελλες— κάνουν, σε τούτο ή το άλλο σημείο του πλανήτη, αισθητή την παρουσία τους. Έκδηλη είναι, άλλωστε, η ρύπανση του εδάφους, των υδάτων και της ατμόσφαιρας. Ο άνθρωπος συνειδητοποιεί αιφνιδιαστικά ότι η οικολογία δεν αποτελούσε το ρομαντικό πάρεργο μερικών επιστημόνων ή διανοουμένων. Αντίθετα, έδιδε ένα σήμα κινδύνου με πικρό και πολυσήμαντο περιεχόμενο.

Πριν από 20 χρόνια, ένας αστροναύτης περιέγραφε από το διαστημόπλοιο «Apollo 14» τη Γη σαν «ένα γαλανόλευκο πετράδι που αστράφτει ανάμεσα σε στροβιλιζόμενα λευκά πέπλα, ένα μικρό μαργαριτάρι σε μια απέραντη θάλασσα μαύρου μυστηρίου». Τα όσα άλλαξαν ή συνειδητοποιήθηκαν για τη Γη στο σύντομο διάστημα που μεσολάβησε κάνουν τα λόγια αυτά, εν πολλοίς, κενά περιεχομένου. Τα «λευκά πέπλα» της ατμόσφαιρας ή η γαλανόλευκη θάλασσα έχουν σφραγισθεί, και ίσως ανεπίστρεπτα, από ανθρώπινες επιδράσεις. Μη ορατές ίσως από τους ουρανούς, έχουν οι επιδράσεις αυτές ουσιωδώς αλλοιώσει τη φύση, το κλίμα και τις προοπτικές του πλανήτη.

Το ότι η σύσταση της ατμόσφαιρας μεταβάλλεται, με ρυθμό μάλιστα επιταχυνόμενο, αποτελεί ένα γεγονός αναμφισβήτητο. Αέρια, συχνά δηλητηριώδη, αλλά εν γένει με σημαντική επίδραση στα της ζωής -όπως το διοξείδιο του άνθρακος, το μεθάνιο, τα οξείδια του αζώτου ή οι χλωροφθοράνθρακες- παρουσιάζουν ήδη αυξημένες συγκεντρώσεις. Η μόλυνση αυτή της ατμόσφαιρας έπρεπε, δυστυχώς, να αναμένεται· σ' αυτήν καταλήγουν τα αέρια των βιομηχανιών, των αυτοκινήτων ή άλλων δραστηριοτήτων του ανθρώπου, στη διαρκή αναζήτηση του για «υψηλότερο» επίπεδο διαβίωσης. Οι κάτοικοι των μεγάλων πόλεων του πλανήτη —με την Αθήνα δυστυχώς σε διακεκριμένη θέση— έχουν πικρή την εμπειρία από τη μόλυνση αυτή.

Οι ποσότητες του διοξειδίου του άνθρακος που διοχετεύονται στην

ατμόσφαιρα από την καύση των στερεών καυσίμων είναι τρομακτικές. Κατά την τελευταία δεκαετία του αιώνα μας θα προσεγγίσουν ίσως την ποσότητα που εκλύθηκε μέχρι το 1950 και κατά τη διάρκεια μιας ολόκληρης εκατονταετίας: Κοντά στα 20 δισεκατομμύρια τόννους!

Το φαινόμενο ενισχύεται από την εκτεταμένη καταστροφή των τροπικών ιδίως δασών, που περιορίζει την απορρόφηση ενός μέρους, τουλάχιστον, από το παραγόμενο διοξείδιο του άνθρακος. Είναι δε, το διοξείδιο του άνθρακος ο κύριος υπεύθυνος για το φαινόμενο που έχει τη χαρακτηριστική ονομασία «φαινόμενο του θερμοκηπίου»· διότι, ως στοιχείο κακοποιό, κλείνει τα «παράθυρα» των υδρατμών στην ατμόσφαιρα. Είναι αυτά που διευκολύνουν ένα μέρος της ηλιακής ακτινοβολίας —τις υπέρυθρες ακτίνες της— να επανακάμψει στο διάστημα. Τότε, όμως, όπως σ' ένα αυτοκίνητο με κλειστά τζάμια εκτεθειμένο στον ήλιο του καλοκαιριού, η θερμοκρασία στο εσωτερικό —στη συγκεκριμένη περίπτωση στον πλανήτη Γη— θα αποκατασταθεί σε υψηλότερο σημείο από το περιβάλλον. Η ευαίσθητη δηλαδή θερμική ισορροπία θ' ανατραπεί· και οι συνέπειες θα είναι οδυνηρές. Ήδη αναφέρθηκε ότι αν η μέση θερμοκρασία του πλανήτη αυξηθεί κατά δύο μόνο βαθμούς, το λειώσιμο των πάγων στον Νότιο Ανταρκτικό θα προκαλέσει ανύψωση μερικών δεκάδων μέτρων στη στάθμη των θαλασσών!

Εκτός από την καταστροφή των παραθαλάσσιων περιοχών, μια ολόκληρη αλυσίδα περιβαλλοντικών αλλαγών θα ακολουθήσει. Τα τοπικά κλίματα προβλέπεται ν' αλλάξουν, οι θύελλες και οι ανεμοστρόβιλοι θα είναι φαινόμενα συχνά και εύφορες σημερινές εκτάσεις θα μεταβληθούν σε ερήμους. Πολλά είδη ζώων ή φυτών θα δοκιμασθούν σκληρά· και όσοι από τους ζωντανούς οργανισμούς επιβιώσουν, ίσως υποχρεωθούν σε ομαδικές μετακινήσεις. Η διόγκωση και πύκνωση των νεφών θα παγιδεύει άλλωστε ολοένα και περισσότερη θερμότητα, μέχρις ότου ο πλανήτης Γη —όπως ο δίδυμός του, Αφροδίτη— καταστεί αφιλόξενος για τη ζωή.

Η εικόνα έχει πράγματι μια Προμηθεϊκή τραγικότητα. Η λελογισμένη παρουσία διοξειδίου του άνθρακος στη γήινη ατμόσφαιρα, με την ικανότητά του να εμποδίζει την υπέρυθρη ακτινοβολία να δραπετεύει, βοήθησε τα μέγιστα στη ζωή· διότι έτσι απέκτησε η Γη την κατάλληλη θερμοκρασία μέσα σε μια πορεία εκατομμυρίων χρόνων. Η σημερινή διαρκής αύξηση αυτού και άλλων στοιχείων —σε 25% υψηλότερη υπολογίζεται η πυκνότητα του διοξειδίου του άνθρακος στην ατμόσφαιρα απ' ό,τι έναν αιώνα πριν— αποτελεί, γι' αυτήν την ίδια τη ζωή, κυρίαρχη απειλή. Πρόσφατες μάλιστα επιστημονικές έρευνες παρέχουν βάσιμες ενδείξεις ότι το φαινόμενο του θερμοκηπίου είναι ήδη καθ' οδόν. Τα εκτεταμένα και

ιδιόμορφα κλιματολογικά φαινόμενα που παρουσιάζονται σ' αυτή ή την άλλη χώρα του πλανήτη εκεί έχουν ίσως τη ρίζα τους.

Και ως να μην έφτανε το «φαινόμενο του θερμοκηπίου», μια δεύτερη απειλή, που έχει τις ρίζες της και πάλι στη μόλυνση της ατμόσφαιρας, παρουσιάζεται με ένα επίσης χαρακτηριστικό, όνομα: Η «τρύπα του όζοντος». Το όζον, αέριο αδρανές που αποτελείται από τρία άτομα οξυγόνου, είδαμε ότι συνιστά τον προστατευτικό μανδύα της Γης από την επιβλαβή υπεριώδη ακτινοβολία του Ήλιου. Μακροχρόνιες εν τούτοις μετρήσεις, που επιβεβαιώνονται με την πάροδο του χρόνου, δείχνουν ότι το στρώμα του όζοντος υφίσταται μια διαρκή μείωση σε δύο τουλάχιστον σημεία της στρατόσφαιρας: πρώτα και κύρια σε ύψος 15-20 χιλιομέτρων πάνω από την Ανταρκτική και, κατά δεύτερο λόγο, πάνω από την Αρκτική. Αυτές οι «τρύπες» στο όζον -λέξη μάλλον παραπλανητική, αφού πρόκειται στην ουσία για μείωση της πυκνότητας του όζοντος στα συγκεκριμένα σημεία- υπάρχει ο φόβος να επεκταθούν με γοργό ρυθμό και σε όλη την έκταση της στρατόσφαιρας. Δεδομένου ότι το όζον παγιδεύει την υπεριώδη ακτινοβολία, μια παρόμοια διάβρωση θα επιφέρει ουσιώδεις βλάβες στην ανθρώπινη υγεία· κυρίως, βλάβες καρκινικής φύσεως ή στο ανοσοποιητικό σύστημα. Επιπτώσεις θα υπάρχουν όμως, σε έκταση ανεξακρίβωτη, και στα ζώα ή τα φυτά και, πιθανότατα, στο πλαγκτόν.

Η αιτία που προκαλεί την επικίνδυνη αυτή συρρίκνωση του όζοντος ηχεί σαν ένα κακόγουστο αστείο. Έχει τη ρίζα της στα κοινά «σπρέυ» ή ακόμη και στη λειτουργία των ψυγείων! Πράγματι, ως προωθητικά αέρια στα πρώτα ή ψυκτικά υγρά στα δεύτερα, χρησιμοποιούνται οι χλωροφθοράνθρακες, ουσίες χημικές που έχουν ως μεγάλο πλεονέκτημα τη σταθερότητα τους. Ενώ, όμως, λόγω αυτής της σταθερότητας, μπορεί να παραμείνουν επί δεκαετίες αδρανείς, στην ατμόσφαιρα και υπό την επίδραση της υπεριώδους ακτινοβολίας διασπώνται και απελευθερώνουν χλώριο. Μέσω μιας πολύπλοκης σειράς χημικών αντιδράσεων, το χλώριο αυτό είναι σε θέση να καταστρέψει το πολύτιμο όζον. Και, μάλιστα, με εκπλήσσουσα ικανότητα: Ένα και μόνο άτομο χλωρίου, με διαδοχικές επιθέσεις εξουδετερώνει εκατοντάδες χιλιάδες μόρια όζοντος, διασπώντας τα σε οξυγόνο.

OL ελάχιστες, πράγματι, ποσότητες χλωροφθορανθράκων των ανθρώπινων χρήσεων ήταν δύσκολο να εντοπισθούν ως οι αιτίες του κακού, δεδομένου ότι η πολύπλοκη καταλυτική δράση του χλωρίου εξαρτάται από τις καιρικές συνθήκες και από την ύπαρξη κρυστάλλων πάγου στη στρατόσφαιρα. Τα νεώτερα όμως στοιχεία δεν αφήνουν αμφιβολία ότι οι χλωροφθοράνθρακες είναι η πρωταρχική αιτία της καταστροφής

του όζοντος. Ως να μην έφθανε μάλιστα αυτό, φαίνεται ότι συνεισφέρουν σημαντικά και στο φαινόμενο του θερμοκηπίου, όντας πολύ πιο αποτελεσματικοί στην παγίδευση θερμότητας από το διοξείδιο του άνθρακος.

Η απερίσκεπτη, ωστόσο, μόλυνση της ατμόσφαιρας, πέρα από την υπερθέρμανση της Γης ή την έκθεσή της στους κινδύνους της υπεριώδους ακτινοβολίας, έχει αμεσότερες και ήδη αντιληπτές συνέπειες. Η «όξινη βροχή», για παράδειγμα, συνιστά χρονολογικά την πρώτη προειδοποίηση ότι το ευαίσθητο οικοσύστημα του πλανήτη διαταράσσεται από την ατμοσφαιρική μόλυνση. Η βροχή αυτή περιέχει ισχυρά οξέα, κυρίως του θείου και του αζώτου—εξ ου και το όνομά της—, που προέρχονται από την καύση του πετρελαίου ή του άνθρακος. Αποτέλεσμα: Εκτεταμένα δάση στην Αμερική, αλλά και στη Βόρεια Ευρώπη, έχουν ήδη καταστραφεί από τη μολυσμένη αυτή «βροχή», και μεγάλες λίμνες ή ποτάμια έχουν επίσης νεκρωθεί. Η επίδραση της όξινης βροχής στο οικοσύστημα δεν έχει πλήρως διακριβωθεί. Φαίνεται ότι ευνοείται η απελευθέρωση μετάλλων, από το έδαφος, που με τη σειρά τους επιδρούν στα ζώα ή τα φυτά. Εκφράζονται όμως βάσιμοι φόβοι για τη βλαπτική της επίδραση και στον ανθρώπινο οργανισμό.

Τα διδάγματα, εν τούτοις, απ' όσα αναφέρθηκαν σχετικά με τη μόλυνση της ατμόσφαιρας, υπερβαίνουν τα συγκεκριμένα μέχρις στιγμής επιστημονικά στοιχεία ή συμπεράσματα. Για πολλοστή φορά, υπογραμμίζουν δύο χαρακτηριστικά του οικοσυστήματος με αυτονόητη βαρύτητα. Το πρώτο, ότι η ισορροπία του οικοσυστήματος είναι εξαιρετικά λεπτεπίλεπτη. Όλα τα ιχνοστοιχεία, πράγματι, στα οποία περιλαμβάνεται και το διοξείδιο του άνθρακος και οι χλωροφθοράνθρακες, μόλις και συνιστούν το 0,05% της ατμόσφαιρας. Διαταραχή όμως του ελαχίστου αυτού ποσοστού είναι, όπως είδαμε, ικανή να επιφέρει μεγάλης κλίμακας αλλαγές. Το δεύτερο, ότι όλοι οι παράγοντες που συνιστούν το οικοσύστημα αυτό έχουν εσωτερικές εξαρτήσεις πολύπλοκες και εν πολλοίς δυσδιάκριτες. Η σύσταση της ατμόσφαιρας, η θερμοκρασία της Γης, το κλίμα και οι μεταβολές του, η ύπαρξη των πάγων αλλά και των θαλασσών, τα φαινόμενα που έχουν τις ρίζες τους στην ανθρώπινη δραστηριότητα αλλά και στη φυσική δραστηριότητα, οι λεπτομέρειες, με μια λέξη, της δομής του πλανήτη και του περιβάλλοντός του είναι συνδεδεμένες με έναν τεράστιο και συχνά αόρατο ιστό. Αν ως κέντρο του ιστού αυτού θεωρηθεί το φαινόμενο της ζωής, τούτο όχι μόνον υπάρχει ως αποτέλεσμα της διαπλοκής όλου του συστήματος, αλλά και απειλείται από κάθε μικρή ή μεγάλη διαταραχή του.

Ασφυξία στις θάλασσες και στη στεριά

Ο ΕΚΦΥΛΙΣΜΟΣ ΤΟΥ ΙΣΤΟΥ ΠΟΥ ΣΥΝΙΣΤΑ ΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ δεν απαντάται, όμως, μόνο στην ατμόσφαιρα. Οι θάλασσες, τα ποτάμια, τα δάση ή το έδαφος φέρουν ορατά, αυτήν τη φορά, τα ίχνη της ανθρώπινης ανευθυνότητας.

Οι θάλασσες του πλανήτη —αυτές οι απέραντες, γαλάζιες εκτάσεις που ύμνησε η ποίηση και η τέχνη— έχουν γίνει ο ταπεινός υποδοχέας κάθε είδους λυμάτων. Ένας αριθμός πλοίων που υπερβαίνει τις 100.000 τον χρόνο πλέει μόνο στη Βόρεια Θάλασσα, ρίχνοντας στο νερό χιλιάδες τόννους απορριμμάτων και φέρνοντας την περιοχή σε προχωρημένη κατάσταση μολύνσεως. Η ποιότητα του πετρελαίου που καίνε οι κινητήρες των πλοίων είναι συχνά χειρίστη· έτσι, από τις τσιμινιέρες τους εκλύονται μεγάλες ποσότητες διοξίνης, ουσίας δηλητηριώδους που συνιστά άμεσο κίνδυνο για τους ζωντανούς οργανισμούς. Διαρροές, άλλωστε, από τις θαλάσσιες γεωτρήσεις ή τις βιομηχανίες επιβαρύνουν τις θάλασσες με διαρκώς μεγαλύτερες ποσότητες πετρελαίου. Ενώ τα κατάλοιπα του μαζούτ που αφήνουν παράνομα -φαινόμενο γνωστό στις Ελληνικές θάλασσες- τα πλοία προκαλούν εκτεταμένες ρυπάνσεις των παράκτιων περιοχών. Δεν περιορίζεται δε στα θέματα αισθητικής ή στη δυσφορία των κολυμβητών το πρόβλημα. Τα πετρελαιοειδή προϊόντα διασπείρονται και σχηματίζουν λεπτές στρώσεις σε τεράστιες θαλάσσιες εκτάσεις, εμποδίζοντας τους μικροοργανισμούς του πλαγκτού να μετασχηματίσουν το διοξείδιο του άνθρακος της ατμόσφαιρας σε οξυγόνο. Και ο μετασχηματισμός αυτός είναι μια διαδικασία αξιοθαύμαστη, ανάλογη με αυτήν των πράσινων φυτών, που όχι μόνο παράγει πολύτιμο οξυγόνο, αλλά και σχηματίζει δευτερογενώς οργανικές ύλες, θεμελιώδεις για πολλές αλυσίδες ειδών διατροφής.

Δεν είναι, όμως, μόνο το πετρέλαιο που δηλητηριάζει τη ζωή των θαλασσών. Απορρυπαντικά και διαλυτικά διοχετεύονται σ' αυτές ως κατάλοιπα του βιολογικού καθαρισμού ή κατευθείαν από αποχετεύσεις. Μεγάλες επίσης ποσότητες αζώτου, προερχόμενες από τα λιπάσματα ή τις καύσεις των αυτοκινήτων, αλλά ακόμη και δηλητηριώδη εντομοκτόνα ή ζιζανιοκτόνα, βαριά μέταλλα ή τοξικές ουσίες, κατάλοιπα μιας παρεξηγημένης προόδου και τεχνολογικής «αναπτύξεως», καταλήγουν με τον ένα ή τον άλλο τρόπο —μέσω του αέρα, των ποταμών ή του εδάφους— στη θάλασσα. Ενώ ραδιενεργά κατάλοιπα υποθαλάσσιων πυρηνικών εκρήξεων, που ήταν πριν από λίγες δεκαετίες ουσιαστικά ανεξέλεγκτες, έχουν σε

ανεξακρίβωτη έκταση μολύνει θαλάσσιες περιοχές. Έτσι, τα ψάρια, ο φυτικός κόσμος ή οι θαλάσσιοι μικροοργανισμοί απειλούνται με εξόντωση ή αργή εξαφάνιση· και συχνές είναι μέχρι τώρα οι περιπτώσεις παρόμοιων μαζικών οικολογικών καταστροφών. Όπως όμως και στην ατμόσφαιρα, πολλά είναι τα σκοτεινά ακόμη σημεία στην κατανόηση του θαλάσσιου οικοσυστήματος. Δεν αποκλείεται, συνεπώς, και μικρές ακόμη διαταράξεις της ισορροπίας να έχουν σοβαρές συνέπειες στο μέλλον.

Χαρακτηριστική είναι η κατάσταση στη Μεσόγειο Θάλασσα, αυτό το πανάρχαιο σταυροδρόμι καραβιών, πολιτισμών και ανθρώπων. Παρότι οι σχετικές μελέτες είναι ακόμη προκαταρκτικές, υπολογίζεται ότι περίπου το 70% των αστικών λυμάτων από 120 παράκτιες πόλεις διοχετεύονται στη θάλασσα χωρίς καθόλου βιολογικό ή άλλο καθαρισμό. Ανάμεσα στα απόβλητα βιομηχανιών ή ανθρωπογενών πηγών που καταλήγουν άμεσα από τα ποτάμια στη Μεσόγειο περιλαμβάνονται ετησίως 120.000 τόννοι ορυκτελαίων, 600.000 τόννοι απορρυπαντικών, 100 τόννοι υδραργύρου και 800.000 τόννοι αζώτου! Στις «ευγενείς» αυτές προσμίξεις πρέπει να προστεθούν χιλιάδες τόννοι χημικών ρύπων, κυρίως παρασιτοκτόνων, που με τον άνεμο και τη βροχή μεταφέρονται στο θαλάσσιο οικοσύστημα. Η Μεσόγειος Θάλασσα αποτελεί, άλλωστε, ένα σημαντικό πέρασμα φορτηγών πλοίων υπολογίζεται ότι οι ποσότητες πετρελαιοειδών που προέρχονται από τα πλοία αυτά αντιστοιχούν στο 30% της σχετικής ρύπανσης παγκοσμίως. Ανυπολόγιστη, επίσης, είναι η καταστροφή από εκρηκτικές ύλες ή αλιευτικά που οργώνουν τον θαλάσσιο βυθό.

Παρ' όλο λοιπόν που από το 1975 έχει εγκριθεί από 16 Μεσογειακές χώρες ένα εξειδικευμένο «Σχέδιο δράσης για την προστασία της Μεσογείου», δεν είναι λίγοι όσοι πιστεύουν ότι τα περιθώρια σωτηρίας είναι ελάχιστα· και ότι η Μεσόγειος θα έχει τη μοίρα, μοίρα οδυνηρή για το λαμπρό της παρελθόν, μιας Νεκρής Θάλασσας. Τούτο θα έχει διαστάσεις που ξεπερνούν τα όρια ενός θαλάσσιου οικοσυστήματος, θαυμαστού όσο και ζωογόνου, με τις ελιές και τους αμπελώνες να κατηφορίζουν στη γη που το περικλείει. «Τί είναι η Μεσόγειος;», ρωτά ο έξοχος F. Braudel. «Είναι χίλια πράγματα μαζί. Δεν είναι ένα μόνο τοπίο, αλλά αμέτρητα τοπία. Δεν είναι μια θάλασσα, αλλά διαδοχή θαλασσών. Δεν είναι ένας πολιτισμός, αλλά πολιτισμοί που συσσωρεύονται ο ένας πάνω στον άλλο». Για όσους έχουν ευαισθησία ή συνείδηση της ιστορίας, ο οικολογικός εκφυλισμός της Μεσογείου υποδηλώνει το αδιέξοδο ενός πολιτισμού και των αξιών του.

Ως προς τη ρύπανση, πάντως, των θαλασσών και της πανταχού παρούσας εκμεταλλεύσεως των φτωχών κρατών από τα ανεπτυγμένα, την

κατάσταση συνοψίζει με ανατριχιαστική πυκνότητα η ιστορία του φορτηγού πλοίου «Pelicano»: Για περισσότερο από δύο χρόνια το πλοίο αυτό —σαν ένας σύγχρονος «Ιπτάμενος Ολλανδός»— είχε αναγκαστεί να περιπλέει τον κόσμο αναζητώντας ένα λιμάνι για να ξεφορτώσει το επικίνδυνο φορτίο του˙ πάνω από δέκα, δηλαδή, χιλιάδες τόννους τοξικής στάχτης, κατάλοιπο βιομηχανικής αποτέφρωσης λυμάτων, που είχε φορτώσει στη Φιλαδέλφεια. Επόμενο, ότι παντού συναντούσε άρνηση. Στο τέλος, ένα μέρος του φορτίου του το άδειασε στα ανοιχτά της Αϊτής. Τα ίχνη του πλοίου χάθηκαν και πάλι, αλλά έναν μήνα αργότερα ο καπετάνιος του ανήγγειλε ότι το υπόλοιπο φορτίο είχε αδειασθει στη στεριά ή θάλασσα μιας χώρας που, όπως ήταν φυσικό, αρνήθηκε να κατονομάσει.

Η ιστορία του «Pelicano» υπογραμμίζει, όμως, και μια άλλη διάσταση του οικολογικού προβλήματος· αυτήν της διαρκώς ογκούμενης αδυναμίας να αποθηκευθούν χωρίς κινδύνους οι τρομακτικές ποσότητες σκουπιδιών και τοξικών αποβλήτων που παράγονται από τις ανεπτυγμένες κυρίως χώρες. Οι αριθμοί είναι και πάλι εντυπωσιακοί: Στις Ηνωμένες Πολιτείες, απορρίπτονται, μεταξύ άλλων, 220 εκατομμύρια λάστιχα αυτοκινήτων τον χρόνο και 2 δισεκατομμύρια ξυριστικές λεπίδες. Οι ποσότητες του αλουμινίου που απορρίπτεται θ' αρκούσαν να δημιουργήσουν εκ νέου τον εμπορικό αεροπορικό στόλο της χώρας σε λίγους μήνες. Στο Hong-Kong, κοντά 6 εκατομμύρια άνθρωποι και 50.000 εργοστάσια «παράγουν» καθημερινά 1.000 τόννους απορρίμματα από πλαστικό˙ τριπλάσια, περίπου, ποσότητα απ' όση το Λονδίνο. Σε πολλές χώρες, οι σκουπιδότοποι δεν φτάνουν πια και, όπου η νομοθεσία είναι ελαστική, οι άνθρωποι διοχετεύουν τα απόβλητα κατά την επίσης ελαστική συνείδησή τους: σε ακτές, ποτάμια, χαράδρες ή λίμνες.

Όλα αυτά, δεν είναι μόνο δείγματα μιας καταναλωτικής παραφροσύνης ή προσβολή στην αισθητική. Διότι τα απορρίμματα ή τα βιομηχανικά απόβλητα, ακόμη και σε συγκεκριμένους σκουπιδότοπους έξω από πόλεις, ενδέχεται με τον καιρό να γίνουν θανατηφόρα, εάν τα μέταλλα, οι οργανικές ουσίες ή τα διαβρωτικά οξέα που περιέχουν εισέλθουν στην κυκλοφορία των υπόγειων υδάτων ακόμη και η καύση των απορριμμάτων έχει ως παράγωγο επικίνδυνα αέρια. Στην Δ. Γερμανία κάπου 50.000 «χωματερές» έχουν χαρακτηρισθεί επικίνδυνες, αφού διαπιστώθηκε η απειλή μολύνσεως του πόσιμου ή ποτιστικού νερού ευρύτατων περιοχών. Η ανακύκλωση των σκουπιδιών, που έχει δοκιμασθεί με σχετική επιτυχία στην Ιαπωνία ή σε χώρες της Δύσης, δεν φαίνεται από μόνη της ικανή να λύσει το πρόβλημα σε παγκόσμια βάση. Όχι μόνον λόγω της πολυπλοκότητας και του κόστους της σχετικής τεχνολογίας, αλλά και επειδή πολλά ακόμη

χρειάζεται να διευκρινισθούν σχετικά με τις τοξικές ιδιότητες των αποβλήτων. Η ρίζα του κακού —η ανευθυνότητα και η καταναλωτική μανία των σύγχρονων κοινωνιών- δεν φαίνεται να έχει εύκολο δρόμο αντιμετώπισης.

Δεν είχε ίσως άδικο ο A. de Saint-Exupery, που στον «Μικρό Πρίγκιπα» επέμενε ότι «Η Γη δεν είναι κανένας πλανήτης του σωρού! Λογαριάζουν πως έχει εκατόν έντεκα βασιλιάδες (φυσικά μαζί με τους βασιλιάδες των νέγρων), εφτά χιλιάδες γεωγράφους, εννιακόσιες χιλιάδες επιχειρηματίες, εφτάμισυ εκατομμύρια μπεκρήδες, τρακόσια έντεκα εκατομμύρια ματαιόδοξους, πάνω κάτω δηλαδή, δύο δισεκατομμύρια μεγάλους».

Ο θάνατος της ζωής

ΌΣΑ ΑΝΑΦΕΡΘΗΚΑΝ ΜΕΧΡΙΣ ΕΔΩ μπορεί να θεωρηθούν δευτερογενείς, κατά κάποιο τρόπο, επιδράσεις στο περιβάλλον από τις ανθρώπινες δραστηριότητες. Ο άνθρωπος, εν τούτοις, επιδίδεται παράλληλα σε άμεσο, ανελέητο πόλεμο προς τα φυτά και τα ζώα που μοιράζονται τον πλανήτη μας. Στον ίδιο «τον θάνατο της ζωής», όπως ειπώθηκε επιγραμματικά. Οι λόγοι του φαινομένου μπορούν να αναζητηθούν στη φτώχεια ή στον υπερπληθυσμό πολλών εθνών, σε αγροτικές ανάγκες ή σε απλή απληστία. Οι συνέπειες, ωστόσο, δεν παύουν να συνιστούν τη σοβαρότερη οπισθοδρόμηση στην ποικιλία και αφθονία τη ζωής, σε μια πορεία που διαρκεί τέσσερα δισεκατομμύρια χρόνια. Τα τροπικά δάση, για παράδειγμα, καίγονται ή ισοπεδώνονται με ρυθμό ενός γηπέδου ποδοσφαίρου το δευτερόλεπτο. Παρ' όλο που καλύπτουν μόνο το 7% της γήινης επιφάνειας, τα δάση αυτά φιλοξενούν πάνω από τα μισά ζωικά είδη του πλανήτη. Υπολογισμοί δείχνουν ότι, εν γένει, η καταστροφή των δασών και του φυσικού περιβάλλοντος —στην οποία συμβάλλει η εκβιομηχάνιση και αστικοποίηση— εξοντώνει καθημερινά περί τα 100 είδη φυτών, πουλιών ή ζώων. Πολλά από τα μυστικά του γενετικού υλικού που θα βοηθούσαν στην καταπολέμηση των ασθενειών ή τη βελτίωση των καλλιεργειών χάνονται έτσι για πάντα. Ας σημειωθεί ότι τα αντιβιοτικά είχαν αρχικά την προέλευσή τους από το φυσικό οικοσύστημα· και ένα μεγάλο μέρος από τις σημερινές φαρμακευτικές ουσίες περιέχουν συστατικά από άγρια φυτά.

Ανάλογα μπορεί να ειπωθούν για τα θαλάσσια οικοσυστήματα. Η εξαντλητική αλιεία, η μόλυνση και η «ανάπτυξη» των ακτών έχουν οδηγήσει κλειστές θάλασσες —ενδεικτικά είναι τα παραδείγματα του Σαρωνι-

κού ή του Θερμαϊκού— σε ασφυξία και τον πληθυσμό των θαλάσσιων οργανισμών σε τραγική μείωση ή εξαφάνιση.

Το ότι η ποικιλία των ειδών αποτελεί βασικό στοιχείο της ίδιας της παρουσίας της ζωής δεν γίνεται εύκολα κατανοητό από τον άνθρωπο. Το πρόβλημα δεν είναι να διασωθούν μόνον ο ρινόκερως, η τίγρη, ή οι χελώνες που ενδημούν στα Ελληνικά παράλια. Η σιωπηλή εξαφάνιση πολλών ειδών, ακόμη κι αν είναι έντομα ή φυτά, μοιάζει με την καταστροφή σελίδων ενός πανάρχαιου βιβλίου, που δεν έχουν ακόμα διαβαστεί. Τη χλωρίδα και την πανίδα ενός τόπου συνδέουν δεσμοί εσωτερικοί˙ και το στρείδι στον θαλάσσιο βυθό με την ορχιδέα του δάσους αποτελούν μέρος ενός εύθραυστου οικοσυστήματος που λειτουργεί με ευαίσθητες ισορροπίες. Δεδομένης της πολύπλοκης και, εν πολλοίς, άγνωστης λειτουργίας αυτού του οικοσυστήματος, δεν είναι βέβαιο ποια -αν υπάρχουν- από τα στοιχεία του μπορεί να θυσιασθούν χωρίς συνέπειες. Όπως σε μια πέτρινη οικοδομή, αν κάποιες πέτρες αφαιρεθούν, μπορεί ολόκληρη, τώρα ή αργότερα, να καταρρεύσει. «Η ζωογόνος δύναμη», σημειώνει η Άβα Ορφανουδάκη, με την ευκαιρία μιας έκθεσης ζωγραφικής της για το περιβάλλον, «με την αιώνια διαπεραστική της κίνηση προχωράει πέρα από τις ατομικές δημιουργίες της για να υφάνει με το αόρατο πνεύμα της όλα τα ζωντανά όντα σε έναν πολύπλοκο και σύνθετο τάπητα της ζωής. Θα ήθελα να εκφράσω τη βαθιά μου ανησυχία γι' αυτό τον τάπητα ζωής πάνω στον πλανήτη μας. Καταστρέφεται διαρκώς με φοβερό ρυθμό. Τούτο οφείλεται πρωταρχικά τόσο στις μη συνειδητές ενέργειες μας, όσο και στη συνειδητή απληστία μας. Τα πλούσια και υπέροχα νήματα χάνονται κάτω από την πίεση της ρύπανσης, της καταστροφής του περιβάλλοντος και της απώλειας της βιολογικής ποικιλίας».

Αυταπάτες δεν χωρούν, αλλά ούτε και ο εφησυχασμός της άγνοιας. Αυτός ο ιδιόμορφος και θαυμαστός πλανήτης, που περιστρέφεται περί έναν νοητό άξονα και διαγράφει έλλειψη γύρω από τον Ήλιο, φέρει ήδη βαρύτατα τα τραύματα από την ανθρώπινη παρουσία. Η ισορροπία του πολύπλοκου οικοσυστήματος που απετέλεσε το λίκνο της ζωής έχει επικίνδυνα διαταραχθεί από το περιούσιο δημιούργημα αυτής της ίδιας της ζωής.

Η δοκιμασία ενός πολιτισμού

ΌΣΑ ΕΞΕΤΕΘΗΣΑΝ ΣΤΙΣ ΠΡΟΗΓΟΥΜΕΝΕΣ ΣΕΛΙΔΕΣ κινούνται γύρω από μια κεντρική επισήμανση: Το τέλος της δεύτερης χιλιετίας —παρ' όλο που

είναι ορόσημο αυθαίρετο- βρίσκει τη Γη και τους κατοίκους της απειλούμενους από μιαν ανάπτυξη χωρίς μέτρο· που μήτε το φυσικό περιβάλλον σέβεται, αλλά και τις πραγματικές ανάγκες του ανθρώπου αλλοιώνει. Αν ληφθεί υπ' όψιν ότι, κατά την ίδια περίοδο, μεγάλες είναι οι κατακτήσεις της επιστήμης και ότι η πρόοδος της τεχνολογίας είναι ικανή να απαλλάξει το ανθρώπινο είδος από πολλά προβλήματα, η κατάληξη αυτή των πραγμάτων έχει δυσδιάκριτες τις ερμηνείες.

Είναι αναμφισβήτητο ότι οι αντιλήψεις ή πρακτικές που οδήγησαν σ' αυτόν τον τύπο αναπτύξεως είναι βαθύτατα ριζωμένες στον σύγχρονο πολιτισμό. Κάποιες από τις αντιλήψεις αυτές, πιθανόν, ανακλούν στο βιολογικό μας παρελθόν: *Ότι* η φύση υπάρχει για να εξυπηρετεί τις ανθρώπινες ανάγκες και ότι με τα άλλα είδη ζώων ευρισκόμαστε εξ ανάγκης σε εμπόλεμη κατάσταση. Άλλες υποδηλώνουν μια εκπλήσσουσα αφέλεια, που οφείλεται ίσως στη γεωκεντρική αντίληψη για τον κόσμο -που εδέσποζε επί αιώνες- και στην άγνοια: Η πίστη για το ανεξάντλητο, για παράδειγμα, των ενεργειακών πηγών της Γης και τις απέραντες δυνατότητες των φυσικών της πόρων. Άλλες, τέλος, από τις πρακτικές και αντιλήψεις της αναπτύξεως είναι, ασφαλώς, συνέπειες ενός κοινωνικού συστήματος, που οι ιστορικοί ονόμασαν καπιταλιστικό· και που, ως προς τον σεβασμό του περιβάλλοντος τουλάχιστον, απεδείχθη ότι δεν διέφερε πολύ από το σύστημα που, οι ιστορικοί και πάλι, ονόμασαν σοσιαλιστικό.

Ασφαλώς, πολλές από τις γνώσεις ή τα προβλήματα που αναφέρονται στο περιβάλλον έχουν πρόσφατα μόνον και με πολλά κενά κατανοηθεί από την επιστήμη. Η πολυπλοκότητα, για παράδειγμα, και ο ρόλος των οικοσυστημάτων ή οι χημικές διεργασίες στην ατμόσφαιρα. Έτσι, δεν υπήρχε ίσως ο χρόνος να αφομοιωθούν οι πληροφορίες και να καταστεί συνείδηση η πραγματικότητα της απειλής.

Όποιες και αν είναι πάντως οι αιτίες γι' αυτήν την αλόγιστη στάση, ούτε η έκταση, ούτε οι συνέπειες της καταστροφής μπορούν να αμφισβητηθούν. Αποτελούν, άλλωστε, καθημερινή πια εμπειρία για τον άνθρωπο, είτε στις μεγάλες πόλεις ασφυκτιά είτε στη θάλασσα ή τη φύση αναζητά τη διέξοδο. Πολλοί, ασφαλώς, δεν συμμερίζονται την απαισιοδοξία ως προς τα περιθώρια που υπάρχουν να αποφευχθεί το χειρότερο· και υπολογίζουν ότι η τεχνολογία, που δίκαια βρίσκεται στο επίκεντρο των επικρίσεων, θα αποτελέσει και τον κύριο μοχλό για την αναστροφή της πορείας.

Το πρόβλημα είναι ότι η αναστροφή αυτή προϋποθέτει τολμηρές αποφάσεις, παγκόσμια συνεργασία και ατομική υπευθυνότητα. Ακόμη πε-

ρισσότερο, προϋποθέτει αλλαγή νοοτροπίας και αξιών. «Χρειάζεται να καταλάβουμε», γράφει ο Α. Βεργανελάκης, «ότι η ανθρωπότητα μπήκε σε μια εντελώς νέα εποχή, για την οποία το παρελθόν δεν μπορεί να αποτελέσει παράδειγμα. Τα τελευταία σαράντα χρόνια ο άνθρωπος άρχισε να αλληλεπιδρά με τη φύση και με καινούργια μέσα και τρόπους. Η αντιμετώπιση των προβλημάτων είναι ένα συλλογικό έργο, που επιβάλλεται να γίνεται σε τοπική, εθνική και διεθνή κλίμακα».

Και εδώ έγκειται η δυσκολία. Διότι ο χάρτης του πλανήτη αποκαλύπτει μια τεράστια ποικιλία κρατών και εθνοτήτων, ένα ευρύτατο φάσμα πολιτικών συστημάτων, βιοτικού επιπέδου και βαθμού παιδείας. Το περιβάλλον της Γης αλλού θίγεται από ισχυρά συμφέροντα, κάποιες φορές από γνήσια ανάγκη και κάποτε από άγνοια ή αναισθησία. Ενώ δε τα βιομηχανικά κράτη χρεώνονται από βουλιμία ενεργειακή και διεκδικούν την μερίδα του λέοντος σε κάθε μορφής ρύπανση, τα λεγόμενα «υπό ανάπτυξιν» κράτη σύρονται ή επιθυμούν την ίδια ταυτότητα προόδου. Το δε «σύνδρομο των συνόρων» είναι πάντοτε μια γραμμή ψυχολογικής αυτοάμυνας για τον άνθρωπο: Έξω από τη δική του περιοχή ή ιδιοκτησία, η καταστροφή δεν τον αφορά. Αυταπάτη βαθύτατη, αφού ένα πυρηνικό ατύχημα, η ρύπανση των υδάτων ή η καταστροφή του όζοντος δύσκολα αναγνωρίζουν εθνικά και ατομικά σύνορα.

Είναι αλήθεια ότι, την τελευταία ιδίως δεκαετία, κάποια αναμφισβήτητη πρόοδος έχει συντελεσθεί. Μεμονωμένα έθνη ή σε συνεργασία μεταξύ τους έχουν νομοθετήσει συγκεκριμένα μέτρα για την προστασία του περιβάλλοντος, ενώ σε διεθνές επίπεδο το πρόβλημα τίθεται με αυξανόμενη έμφαση. Τα καταιγιστικά πολιτικά γεγονότα, που προσήγγισαν άλλωστε τις μέχρις εχθές εχθρικές υπερδυνάμεις, άνοιξαν τον δρόμο για σταδιακή μείωση των εξοπλισμών και ματαίωση των σχεδίων για την παραγωγή νέων —και τερατωδών— όπλων. Ταυτόχρονα, υπάρχει μια θεαματική αύξηση της ευαισθησίας των ίδιων των κατοίκων της Γης. Οικολογικά κινήματα δραστηριοποιούνται ή πολιτεύονται σε πολλές χώρες, οι διαμαρτυρίες παίρνουν συχνά τη μορφή συγκρούσεων με την αναπτυξιακή νοοτροπία, ενώ τα μέσα ενημερώσεως αφιερώνουν μεγάλο μέρος στην πληροφόρηση και επισήμανση των κινδύνων. Όσο και αν πίσω από το οικολογικό αυτό ενδιαφέρον αναγνωρίζει κανείς συχνά αφέλειες, κίνητρα ιδιοτελή ή και στοιχεία υστερίας, δεν παύει στο σύνολό του να συνιστά ένα βήμα σημαντικό, και βήμα προς την ορθή κατεύθυνση.

Ενώ όμως η σχετική αφύπνιση των εθνών και του ανθρώπου ως προς τους οικολογικούς κινδύνους είναι μια νέα και σημαντική παράμετρος, τα περιθώρια για κάποιου είδους αισιοδοξία παραμένουν αναιμικά. Ο

λόγος είναι ότι ο πλανήτης έχει ήδη τραυματιστεί σοβαρά· και το κοινωνικό κόστος ή η δράση που απαιτούνται για μιαν αργή ανάκαμψη υπερβαίνουν κατά πολύ τις παρούσες δυνατότητες κινήσεων. Διότι οι διεθνείς διαδικασίες είναι πολύπλοκες και χρονοβόρες˙ και η απαραίτητη εμπιστοσύνη -ως προς τη μείωση, για παράδειγμα, των εξοπλισμών ή της παραγωγής διοξειδίου του άνθρακος- δεν είναι πάντοτε δεδομένη. Συχνά, επίσης, είναι ανάγκη να θιγεί το συμφέρον ατόμων, ομάδων ή εταιριών για να βελτιωθούν τα πράγματα˙ και τούτο, σε μια εποχή καταναλωτισμού που εκτρέφει αντίθετες αξίες, είναι συχνά αδιανόητο. Έτσι, μήτε η χρήση των φυτοφαρμάκων έχει περιοριστεί, τα λύματα των ξενοδοχείων και των βιομηχανιών εξακολουθούν να μολύνουν τις θάλασσες, και οι πλαστικές σακκούλες, για τις οποίες μια απλή απαγόρευση θα ήταν αρκετή, κυριαρχούν άφθαρτες στα τοπία της Γης. Η αντιμετώπιση, άλλωστε, του υπερπληθυσμού παρουσιάζει εγγενείς δυσκολίες: Είναι φανερό ότι απαιτείται προοδευτικός έλεγχος των γεννήσεων σε παγκόσμιο επίπεδο. Τούτο, όμως, προσκρούει στις φοβερές κοινωνικές ανισότητες μεταξύ των εθνών, σε θρησκευτικές προκαταλήψεις ή ακόμη και στην αδυναμία ενός γενικά παραδεκτού τρόπου υλοποιήσεως του ελέγχου.

Το συμπέρασμα έχει, λοιπόν, μια δραματική διάσταση. Για να απαλλαγεί η Γη από τους εφιάλτες της, χρειάζεται ίσως κάτι ριζικότερο από τις βραδύτατες κινήσεις σε τοπικό ή παγκόσμιο επίπεδο. Η περιβαλλοντική κρίση είναι, σε πρωτογενές επίπεδο, κρίση του σύγχρονου πολιτισμού και των αξιών του. Αυτό που χρειάζεται, συνεπώς, είναι να αμφισβητηθεί η ίδια η έννοια της προόδου και η μονομέρεια της πρακτικής της. Διότι η πρόοδος, μέχρι τώρα, περίπου ταυτίζεται με τα τεχνολογικά αγαθά και τη βελτίωση των οικονομικών παραμέτρων. Ελάχιστα αναφέρεται σε ποιοτικές παραμέτρους, στην αρμονική ισορροπία του ανθρώπου με το περιβάλλον του, σ' αυτόν καθ' εαυτόν τον εσωτερικό άνθρωπο και στην ανάγκη του να υπάρξει με τους άλλους. Η τυφλή επιδίωξη της ανόδου του ατομικού ή εθνικού εισοδήματος δεν οδηγεί πάντοτε στην άνοδο του βιοτικού -με την έννοια του βίου, της ζωής- επιπέδου. Οδηγεί, συνήθως, σε έναν άνθρωπο χωρίς σοφία και ευθύνη, στερημένο από την παρηγοριά της τέχνης και την ανάσα του διπλανού, έρμαιο δυνάμεων που στηρίζουν την εξουσία τους στην ισοπέδωση τη δική τους και της φύσεως.

Ο πρόσφατος πόλεμος, που θα μείνει στην ιστορία ως «Πόλεμος του Κόλπου», έδειξε με δραματικό τρόπο τον εγγενή παραλογισμό και τους κινδύνους που ενεδρεύουν στην ανθρώπινη πορεία. Από το ένα μέρος —εκείθεν του Ατλαντικού— τα υποκριτικά λόγια και η υπεροψία της υπε-

ροπλίας ή της τεχνολογικής τελειότητας. Από το άλλο —εντεύθεν της δημοκρατίας— ένας κήρυκας θεοκρατίας και φανατισμού, υπόλογος ήδη για πολλά εγκλήματα, οπλισμένος ωστόσο από τους τωρινούς διώκτες του. Τα θύματα, όπως πάντα, δεν ήσαν υπεύθυνα για το ένα ή για το άλλο: Στρατιώτες, άμαχος πληθυσμός ή και παιδιά, μνημεία που κληρονόμησαν οι αιώνες, ανεξακρίβωτη ακόμη στις συνέπειες της οικολογική καταστροφή.

Ο πολιτισμός, ωστόσο, είναι μια πρόταση προς το μέλλον. Μια τέτοια πρόταση προς το μέλλον μπορεί να εκπορεύεται από το παρόν ή το παρελθόν. Εδώ ακριβώς έγκειται το σύνθετο του φαινομένου. Παρόμοιες προτάσεις προς το μέλλον δεν φαίνεται σήμερα να υπάρχουν ή, αν υπάρχουν, είναι επιτεύγματα μοναχικά. Η εκπληκτική πρόοδος της επιστήμης, αυτή καθ' εαυτήν, δεν αποτελεί πρόταση προς το μέλλον. «Δεν είναι έργο της επιστήμης να κληρονομήσει τη Γη», σημειώνει ο J. Bronowski, «αλλά να κληρονομήσει την ηθική φαντασία. Χωρίς αυτήν, ο άνθρωπος, τα πιστεύω και η επιστήμη θα αφανιστούν όλα μαζί».

Σήμερα, παρ' όλο που η ανθρωπότητα ελέγχει σε μεγάλο βαθμό τις φυσικές δυνάμεις και έχει απαλλαγεί από επιδημίες, ενώ το ανθρώπινο είδος κατανοεί την αστρική εξέλιξη και τη δομή της κληρονομικότητας, την ίδια στιγμή ασθμαίνει από τα αδιέξοδα μιας αναπτύξεως και απειλείται από αυτοαναίρεση. Όπως τονίζει ο Κορνήλιος Καστοριάδης:

«Και εδώ βρίσκεται το έσχατο σημείο του προβλήματος. Οι τεράστιοι κίνδυνοι, και ο ίδιος ο παραλογισμός που περιέχεται μέσα στην ανάπτυξη προς όλες τις κατευθύνσεις, και χωρίς κανένα πραγματικό προσανατολισμό της τεχνοεπιστήμης, δεν είναι δυνατόν να περιοριστούν και να παραμεριστούν με κανόνες καθορισμένους μια για πάντα, ούτε από κάποιο συμβούλιο σοφών. Αυτό που χρειάζεται είναι κάτι περισσότερο ακόμα από μια μεταρρύθμιση της ανθρώπινης διάνοιας, είναι μια αλλαγή του ανθρώπινου όντος ως όντος κοινωνικο-ιστορικού. Χρειάζεται ένα ήθος της θνητότητας και μια αυθυπέρβαση του Λόγου. Δεν έχουμε ανάγκη από μερικούς σοφούς. Έχουμε ανάγκη να αποκτήσουν και να ασκήσουν τη φρόνηση όλοι οι άνθρωποι˙ και αυτό με τη σειρά του απαιτεί ένα ριζικό ανασχηματισμό της κοινωνίας ως κοινωνίας πολιτικής, που θα εγκαθίδρυε όχι μόνο την τυπική συμμετοχή, αλλά το πάθος όλων για τα κοινά, για τη μοίρα της κοινωνίας και για τη μοίρα του θαυμάσιου αυτού πλανήτη, πάνω στον οποίο γεννηθήκαμε. Πλην όμως, το τελευταίο πράγμα που παράγει ο σημερινός πολιτισμός είναι φρόνιμα ανθρώπινα όντα. Κι αν μου έλεγε κανείς:

- Τι θέλετε λοιπόν; Ν' αλλάξετε την ανθρωπότητα;

Θα απαντούσα:

- Όχι, κάτι απείρως πιο μετριοπαθές: να αλλάξει η ίδια η ανθρωπότητα τον εαυτό της, όπως το έχει κάνει ήδη δυο τρεις φορές στην Ιστορία».

Ο μετασχηματισμός της ανθρωπότητας, έννοια ουτοπιστική όσο και απόλυτα αναγκαία, είναι η μόνη που μπορεί να αποκαταστήσει έναν πολιτισμό σε αρμονία με τη φύση και τον εσωτερικό άνθρωπο· και να ενισχύσει ό,τι σπουδαίο συνιστά τον άνθρωπο και τις προοπτικές του, τα ίδια τα επιτεύγματα του μέχρι τώρα πολιτισμού του. Αλλιώς, η κοκκινόχρωμη Κόμη της Βερενίκης, ενώ έχει συνείδηση των λαμπρών αστερισμών του Ωρίωνα και του Υδροχόου, θα εξακολουθεί να νοσταλγεί το κεφάλι της Βασίλισσας, τα εκφραστικά μάτια και τα χέρια της. Μόνο που η Βασίλισσα δεν θα υπάρχει πια· ούτε, αλλοιμονο, τα πουλιά ή τα ποτάμια των ανακτόρων.

Επίλογος ή επιμύθιο

Ηράκλειο, Απρίλιος 1991,
15 δισεκατομμύρια χρόνια μετά τη Μεγάλη Έκρηξη

Το ΠΑΡΟΝ ΒΙΒΛΙΟ επιχείρησε να περιγράψει, μ' έναν αναπόφευκτα ατελή τρόπο, τη μακρά πορεία από την εκρηκτική γένεση του Σύμπαντος στη σιωπηλή εξέλιξη της ζωής. Εξέλιξη που οδήγησε, από τύχη ή αναγκαιότητα, στον άνθρωπο και στην κυριαρχία του επί της Γης.

Ασφαλώς, ως προς τις κοσμολογικές απόψεις που εξετέθησαν εδώ, και ως προς τη βιολογική πορεία του ανθρώπινου είδους, παραμένουν μεγάλα και δύσκολα ερωτήματα. Και αν διδάσκεται κανείς κάτι από την ιστορία της επιστήμης, είναι ότι μερικά από αυτά θα λυθούν, ενώ θα ανακύψουν άλλα. Αντίθετα απ' ό,τι ίσως πιστεύεται, η επιστημονική γνώση κινείται σε τεθλασμένη. Συχνά, μια μεγάλη της αλήθεια αντιμετωπίζεται με σκεπτικισμό ή ένα από τα βήματα που κάνει αναιρεί το προηγούμενο.

Τούτο, ωστόσο, δεν φαίνεται ικανό να αλλοιώσει την εικόνα που αναδύεται από την εκπληκτική πρόοδο των τελευταίων δεκαετιών. Το Σύμπαν και η θέση του ανθρώπου σ' αυτό, από τη σφαίρα της θρησκείας και της μεταφυσικής, έχει περάσει στην περιοχή της επιστήμης. Είναι μια μετατόπιση που έχει πολυδιάστατες συνέπειες. Δεν ήταν όμως στις προθέσεις του συγγραφέα να θίξει, παρά μόνο υπαινικτικά, τις φιλοσοφικές ή εννοιολογικές προε-

κτάσεις του σύγχρονου κοσμολογικού προτύπου ή των απόψεων για τη γένεση της ζωής. Μια συγκεκριμένη ανάγνωση τους αφήνει ίσως περιθώρια για μια υπέρτατη παρέμβαση -τότε, για παράδειγμα, που δημιουργείται το Σύμπαν ή σχηματίζεται το πρώτο αναπαραγόμενο μόριο- σε κρίσιμες στιγμές. Μια άλλη ανάγνωση, όμως, αναγνωρίζει στο Σύμπαν το τυχαίο και το χωρίς νόημα, που εξελίσσεται υπό την ψυχρή αλληλουχία των φυσικών νόμων. Ο συγγραφέας πιστεύει ότι, ανεξάρτητα από τα βασικά στοιχεία των επιστημονικών θεωριών, το είδος της αναγνώσεως καθορίζεται από τις εσωτερικές συνιστώσες —που κανείς δεν ξέρει με βεβαιότητα πώς διαμορφώνονται— του αναγνώστη.

Αυτό που ξεπερνά, ωστόσο, κατά πολύ τα ανθρώπινα μέτρα είναι η ίδια η επιστημονική υφή της σύγχρονης εικόνας για τον κόσμο. Δεν αποτελεί, ασφαλώς, στοιχείο της καθημερινότητας η γνώση των πρώτων κλασμάτων του δευτερολέπτου κοντά στην κοσμογονική αρχή ή το μέλλον που μπορεί να έχει το ίδιο το Σύμπαν στην προοπτική του χρόνου˙ αλλά ούτε η ύπαρξη των νετρίνων που ταξιδεύουν ασταμάτητα, οι ήπειροι που μετακινούνται σαν μεγάλες σχεδίες, οι λεπτομερείς οδηγίες των κληρονομικών χαρακτηριστικών -οι αποτυπωμένες σ' ένα μόνο μόριο!- γίνονται εύκολα οικεία στον άνθρωπο και στην, ταλαιπωρημένη από τα ευτελή της ζωής, νόησή του. Αν χαρακτηρίζει κάτι τη σύγχρονη επιστήμη, δεν είναι ο παρεξηγημένος θετικισμός της· μήτε η πληθώρα των εφαρμογών της —για το καλό ή το κακό. Το σπουδαιότερο, ίσως, χαρακτηριστικό της είναι η αποκάλυψη ενός κόσμου πέρα από το αισθητό και την εμπειρία˙ ενός κόσμου θαυμαστού, απροσδόκητου, με εσωτερικούς δεσμούς και συνοχή. Και ενώ ο κόσμος αυτός, ως προς τη μυστική ομορφιά ή την αισθητική του, προσεγγίζει συχνά την Τέχνη, διαφέρει σε πολλά ως προς εκείνη. Η Τέχνη λειτουργεί με αιχμές —που μπορεί να ανήκουν στο παρελθόν ή το παρόν— και εκφράζει τα ανθρώπινα˙ τον σπαραγμό και το μεγαλείο τους. Η επιστήμη, αντίθετα, επιφανειακά αδιαφορεί για τα ανθρώπινα. Το οικοδόμημα που κτίζει έχει λογική και συνέχεια, ενώ ελάχιστες από τις γνώσεις του παρελθόντος επιβιώνουν στο παρόν.

Πράγμα ωστόσο αξιοσημείωτο, οι δημιουργοί της επιστημονικής γνώσης —ερευνητές σε εργαστήρια, Καθηγητές σε Πανεπιστή-

μια και νέοι στα πρώτα στάδια των σπουδών τους— έχουν, απέναντι στην επιστήμη, τη σχέση που έχει ο γλύπτης με τα γλυπτά του ή ένας ποιητής με την ποίηση. Σχέση βασανιστική, αγάπης και εντάσεως. Όμως, μήτε οι δημιουργοί της επιστημονικής γνώσης είναι απαλλαγμένοι από τα σύμφυτα της εποχής ή της ανθρώπινης φύσης: τον ανταγωνισμό και την ευτέλεια των επιδιώξεων, την αχρωματική όραση και την αποθέωση της μερικότητας. Οι γνώσεις, ωστόσο, δεν είναι πάντοτε Γνώση. Κι αν έχει κάτι ανάγκη ο σύγχρονος πολιτισμός, είναι περισσότερη σοφία˙ περισσότερο, δηλαδή, πολιτισμό.

Γιατί εδώ έγκειται η αίσθηση του τραγικού που, εν πολλοίς, φέρει τη μάσκα του ανεξήγητου. Η σημερινή πρόοδος της επιστήμης, η ανασύνθεση του κόσμου που επιχειρεί, υπογραμμίζει τις εν δυνάμει ανθρώπινες δυνατότητες. Και ενώ οι δυνατότητες αυτές επιτρέπουν να περιγραφεί η έκρηξη ενός υπερκαινοφανούς, ή αλλάζουν την καθημερινότητα με τη χρήση των υπολογιστών, δεν φαίνεται να οδηγούν σε μια ποιοτική εξέλιξη των κοινωνιών και του ανθρώπου. Οδηγούν αναμφισβήτητα σε μια ζωή διαφορετική ως προς τις εξωτερικές συντεταγμένες της. Που, εν τούτοις, συμπιέζει και πάλι ό,τι απετέλεσε το ουτοπικό ανθρώπινο όνειρο: Την ισορροπία με τους άλλους και τον εαυτό μας, τη δίκαιη συγκρότηση του κοινωνικού ιστού, την ενίσχυση των δημιουργικοί δυνάμεων που εν είδει μικρής φωτιάς ενυπάρχουν στον καθένα. Και ενώ το όνειρο αυτό εμφανίζει σε ολόκληρο τον κόσμο μια μοιρολατρική υποχώρηση —είναι το Κακό, απλώς, που αλλάζει πρόσωπο— παραμένει ένα όνειρο όσο ποτέ επίκαιρο και οδυνηρό. Διότι, επιπρόσθετα στον παραλογισμό των εξοπλισμών και στις αυταπάτες της αναπτύξεως, ένα καινούργιο φάσμα έχει αναδυθεί: το περιβαλλοντικό πρόβλημα. Και αυτό δεν αποτελεί μόνο φάσμα για ολόκληρο τον πλανήτη. Αποτελεί φάσμα —και πραγματικότητα— για την ίδια την ανθρώπινη καθημερινότητα. Εφόσον της στερεί, ολοένα και περισσότερο, τις ποιοτικές παραμέτρους· και την υποχρεώνει να συμβιώνει με τη ρύπανση της στεριάς και των θαλασσών, την ένταση των μεγαλουπόλεων και με μια φύση τραυματισμένη και εκδικητική. Έτσι, τη στιγμή που ο άνθρωπος διακηρύσσει τους επιστημονικούς του θριάμβους, είναι υποχρεωμένος να δεχθεί όχι μόνο την αλλοτρίωση του από ένα επίπλαστο σύστημα αξιών, αλ-

λά και το υπερβολικά κοντόθωρο και αλαζονικό της οράσεώς του.

Οι μονολεκτικοί προσδιορισμοί είναι κατά κανόνα επικίνδυνοι. Δεν είναι, ωστόσο, μακριά από μια συνολική θέαση της ανθρώπινης πορείας η αντίληψη ότι από τον βιολογικό άνθρωπο —τον υποχρεωμένο να αμυνθεί και να εξελίξει τις ικανότητές του-περάσαμε κάποτε στον θρησκευτικό άνθρωπο˙ που μετέθετε τη δικαίωση και την ηθική του σε δυνάμεις ή κόσμους εξωλογικούς. Στη συνέχεια, κυριάρχησε ο κοινωνικός άνθρωπος· εδώ, η δικαίωση απαιτήθηκε επί της Γης, με αιτήματα δικαιοσύνης και ελευθερίας. Καθώς ο εικοστός αιώνας—αιώνας της επιστήμης αλλά και βίαιων ανακατατάξεων— πλησιάζει στο τέλος του, μια νέα κατηγορία, ένας νέος άνθρωπος διαμορφώνεται: Ο μετέωρος άνθρωπος. Με την υποψία ότι δεν συνιστά το περιούσιο δημιούργημα μιας θεϊκής δυνάμεως, αλλά την πολυπλοκότερη οργάνωση της ίδιας της ύλης. Απελευθερωμένος —ο μετέωρος άνθρωπος- από ηθικές επιταγές που είχαν κατά κανόνα ρίζες θρησκευτικές, αλλά και από την αυταπάτη ότι μια δίκαιη κοινωνία αποτελεί ιστορική αναγκαιότητα. Ο μετέωρος άνθρωπος—ο εξόριστος από τον Θεό και το κέντρο του Σύμπαντος- γνωρίζει, εν τούτοις, ότι κατέχει το κέντρο του πλανήτη και το κέντρο της ίδιας του της ιστορίας.

Τούτο, ακριβώς, αποτελεί ένα σημείο με αδιάψευστη βαρύτητα. Διότι υπονοεί έναν καινούργιο ανθρωπισμό, χωρίς στηρίγματα θρησκευτικά ή τον ρομαντισμό της άγνοιας. Ο μετέωρος άνθρωπος υποπτεύεται ήδη ότι μόνο ένας κόσμος που ξεκινά από αυτόν και καταλήγει στον Άλλο —τους άλλους μετέωρους ανθρώπους-έχει κάποια λογική υπάρξεως ή δυνατότητα να επιβιώσει. Αυτή είναι η προσωπική ευθύνη, αλλά και η χάρις του: Τον μετέωρο άνθρωπο θα ισορροπήσει μόνο το άπλωμα του χεριού στους άλλους κατοίκους του πλανήτη, και στη φύση ή τη θάλασσα, που υπήρξαν μάρτυρες στη γένεσή του. Μόνο που, αν αυτό γίνει, τώρα θα είναι ένα χέρι όχι οδηγούμενο από την ιστορία ή τον φόβο της τιμωρίας, αλλά από βαθύτατη γνώση. Τη μόνη ικανή, μαζί με τον έρωτα ή την Τέχνη, να υπερβεί το δέος και το κενό· το Κενό.

Ο μετέωρος άνθρωπος. Έποικος ενός ιδιόμορφου πλανήτη που ανήκει σ' έναν ασήμαντο γαλαξία, γνώστης της ακραίας του ήττας —«δεν γνωρίζω τίποτα», θα πει ο Μπόρχες, «ούτε καν την ημερομηνία του θανάτου μου»— αυτός ο άνθρωπος τολμά εν τούτοις να

θέτει ερωτήματα που αγγίζουν την ίδια του την ύπαρξη και την ύπαρξη του κόσμου. Αν αυτό συνιστά το μεγαλείο ή τη Σισύφεια μοίρα του, είναι μια απάντηση που ξεπερνά κατά πολύ την επιστήμη.

Καλλιμάχου

Βερενίκης Κόμη

*Μετάφραση: ΣΤΥΛΙΑΝΟΥ ΑΛΕΞΙΟΥ**

Εκείνος που των ουρανών τ' αμέτρητα είδε φώτα
και ξέρει πότε θ' ανατείλουν και θα δύσουν,
πώς σκοτεινιάζει η φλογερή λάμψη του γρήγορου ήλιου,
πώς χάνονται οι αστερισμοί και βγαίνουν άλλοι,
πώς η Σελήνη πάει κρυφά προς το βουνό της Λάτμου
όταν η αγάπη από τα ύψη την καλεί στη γη,
αυτός, ο Κόνων, μ' είδε στον αιθέρα, μες στη νύχτα,
πλεξούδα απ' τα ξανθά μαλλιά της Βερενίκης,
να λάμπω! Σ' όλους τους θεούς εκείνη μ' είχε τάξει
τείνοντας ικετευτικά τα ωραία της χέρια,
τότε που ο άντρας της απ' τον υμέναιο ξαναμμένος,
έφευγε προς των Ασσυρίων τη γη, να την κουρσέψει.

Και τότε σ' όλους τους θεούς, για χάρη του αδελφού σου,
μ' έκανες τάμα με πολλές θυσίες ταύρων,
για νά 'ρθει πίσω γρήγορα, και την Ασία να υποτάξει·
κ' ήρθε κι αυξήθηκαν οι χώρες της Αιγύπτου,
όλα έγιναν! Και στο ναό των θεών εγώ δοσμένη,
καινούργιο χάρισμα, το τάξιμο εκπληρώνω.

Δημοσιεύθηκε στο περιοδικό «Παλίμψηστον» που εκδίδει η Βικελαία Δημοτική Βιβλιοθήκη Ηρακλείου.

Χωρίς να θέλω απ' τα μαλλιά σου, ρήγισσα, έχω φύγει,
χωρίς να θέλω· στο κεφάλι σου όρκο παίρνω,
(αχ, να πεθάνει όποιος σ' εκείνο ψεύτικο όρκο κάνει),
στο μέταλλο όμως ποιος μπορεί ν' αντισταθεί;
Οι άλλες πλεξούδες οι αδερφές μου κλαίγαν και μ' αναζητούσαν,
όταν του Αιθίοπα Μέμνονα το αδέρφι,
με φτερούγες που πάλλονταν ωθώντας τον αέρα,
ήρθε μετέωρο, τ' άλογο της Αρσινόης!
Με παίρνει και μέσ' απ' του αιθέρα τις σκιές πετώντας
ψηλά με φέρνει και στης θεάς τα γόνατα αλαφρά μ' αφήνει.
Ναι, η Αφροδίτη του Ζεφύριου άκρου τ' άλογο είχε στείλει
(που έχει στ' ακροθαλάσσι του Κανώπου το ναό της)
για να μην είναι στου ουρανού τον ορθού τα μύρια φώτα
μόνο τ' ολόχρυσο στεφάνι της Αριάδνης,
αλλά κ' εγώ πάνω απ' τα ύψη αυτά να λαμπυρίζω,
δώρο ιερό απ' το ξανθό σου το κεφάλι.
Υγρή απ' τη δρόσο στα παλάτια των θεών ως μπαίνω, αστέρι
καινούργιο με τ' αρχαία μαζί με βάζει τ' άστρα,
και της Παρθένας και του Λιόντα τ' άγριου γειτονεύω
τώρα τα φώτα, με της Καλλιστώς κοντά τ' αστέρια,
και προς τη δύση στρέφομαι οδηγός του οκνού Βοώτη
που αργά πολύ βυθίζεται στον Ωκεανό.
Μα κι αν τη νύχτα ανάερα πόδια των θεών μ' αγγίζουν,
κι αν το πρωί η λευκή Τηθύς με ξαναπαίρνει,
(Ραμνούσια κόρη, όσα θα πω χωρίς θυμό ας τ' ακούσεις,
δεν θα την κρύψω την αλήθεια εγώ από φόβο,
όχι, και τ' άλλα τ' άστρα ολόγυρά μου ας ψιθυρίζουν
για να μην πω όσα σκέπτομαι και θέλω),
δε χαίρομαι τόσο γι' αυτά όσο πικρή είν' η θλίψη
που είμαι μακριά από το κεφάλι της κυράς μου.

Μα όταν εσύ, βασίλισσα, κοιτάζοντας τ' αστέρια
λατρεία στην Αφροδίτη θα προσφέρεις με λαμπάδες
και με σπονδές μυρωδικών για μέ που ήμουν δική σου,
χωρίς φειδώ τα δώρα σου νά 'ναι παρακαλώ.
Τί θέλω εγώ στους ουρανούς; Μαλλί της Βερενίκης πάλι ας γίνω,
και ο Ωρίων ας πάει να λάμπει πλάι στον Υδροχόο.

Βιβλιογραφικά

ΩΣ ΠΡΟΣ ΤΑ ΒΙΒΛΊΑ ΕΚΛΑΪΚΕΥΜΈΝΗΣ ΕΠΙΣΤΉΜΗΣ, παρουσιάζεται διεθνώς —σημείο των καιρών— μεγάλη εκδοτική δραστηριότητα. Αυτά που αναφέρονται εδώ δεν επελέγησαν τυχαία, αλλά με βάση κάποια κριτήρια· το ιδιαίτερο ενδιαφέρον του περιεχομένου τους, τον εύληπτο και κατανοητό λόγο ή τη χρησιμότητα των πληροφοριών που παρέχουν. Στις ελληνικές εκδόσεις, ουσιώδη ρόλο έπαιξε επίσης η ποιότητα της μεταφράσεως. Ορισμένα από τα βιβλία είναι, ασφαλώς, πιο προχωρημένα από την «Κόμη της Βερενίκης» και προσεγγίζουν το επίπεδο ενός εισαγωγικού Πανεπιστημιακού συγγράμματος· τα βιβλία αυτά σημειώνονται με αστερίσκο. Παρ' όλο το αυτονόητο ενδιαφέρον τους, βιβλία ή πηγές με καθαρά φιλοσοφικό περιεχόμενο δεν περιλαμβάνονται στη βιβλιογραφία.

Α: Βιβλία στην ελληνική γλώσσα

- Gribbin John, *Γένεσις: Η καταγωγή του Ανθρώπου και του Σύμπαντος,* εκδ. Ωρόρα.
- Davies Paul, *Θεός και μοντέρνα Φυσική,* εκδ. Κάτοπτρο, 1989.
- Dawkins R., *Το εγωιστικό γονίδιο,* εκδ. Κάτοπτρο, 1989.
- Zakob Francois, *Η λογική του ζώντος. Ιστορία της κληρονομικότητας,* εκδ. Ράππα.

- Hawking Stephen, W., *Το χρονικό του Χρόνου,* εκδ. Κάτοπτρο.
- G.B. Field-E.J. Chaisson, *Το Αθέατο Σύμπαν,* Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Κρήτης, 1991.
- E.N. Οικονόμου, *Η Φυσική σήμερα - Αυτός ο κόσμος ο Μικρός ο Μέγας,* Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Κρήτης.
- Κοντόπουλος Γ. & Κωστάκης Δ., *Κοσμολογία: Η δομή και εξέλιξη του Σύμπαντος,* Αθήνα 1982.
- Κουρίλσκι Φιλίπ, *ΌΝΑ: Το νόημα της ζωής και οι γενετικές επεμβάσεις,* εκδ. Ράππα.
- LIFE, Επιστημονική βιβλιοθήκη, *Το κύτταρο.*
- Μονό Ζακ, *Η τύχη και η αναγκαιότητα,* εκδ. Ράππα.
- Reeves Hubert, *Προσμονή μέσα στο άπειρο,* εκδ. Ράππα.
- Ξανθόπουλος Βασίλης, *Περί αστέρων και Συμπάντων,* Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Κρήτης, 1985.
- Ροβίθης Πέτρος, *Αστρονομία για όλους,* εκδ. Ωρόρα.

B: Βιβλία στην Αγγλική γλώσσα

- Bartusial Marsia, Thursday's Universe, *A report from the Frontier on the Origin, Nature and Destiny of the Universe,* Tempus Books, 1988.
- Calder Nigel, *The Key to the Universe,* A Penguin Book.
- Chaisson Eric, *Cosmic Dawn,* An Atlantic Montlly Press Book, 1981.
- Charon Jean, *Cosmology,* World University Library.
- Davies Paul, *The Runaway Universe,* Penguin Books.
- Kaufman W.J., *Discovering the Universe,* W.H. Freeman & Company, N. York, 1987.
- Pagels Heinz, *The Cosmic Code,* Michael Joseph, London.
- Pais A., *Inward Bound,* Oxford University Press.
- Parker Barry, *Creation, the story of the Origin and Evolution of the Universe,* 1988.
- Penrose Roger, *The Emperor's New Mind.*
- Weinberg S., *The first three minutes. A modern view of the origin of the Universe,* Basic Books, New York.
- Weisskopf Victor, *Knowledge and Wonder,* MIT Press.

Γ: Βιβλία οικολογικού ή γενικού ενδιαφέροντος

- Bronowski J., *Η εξέλιξη τον ανθρώπου,* εκδ. Ωρόρα.
- Γεωργουδάκης Γρηγόριος, *Η Κοσμοθεωρία μου,* Χανιά 1961.
- Κασέτας Ανδρέας Ι., *Το φάντασμα τον Λεονάρντο,* εκδ. Κάτοπτρο.
- Καστοριάδης Κορνήλιος, *Οι ομιλίες στην Ελλάδα,* εκδ. Ύψιλον, 1990.
- Κάρσον Ράκελ, *Σιωπηλή Άνοιξη,* εκδ. Κάκτος.
- Οικονόμου Ε.Ν., *Πυρηνικά όπλα και ανθρώπινος πολιτισμός,* Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Κρήτης.
- Pais A., *Subtle is the Lord - The Science and life of Albert Einstein,* Oxford University Press, 1982.
- Samuel Pieere, *Οικολογία,* Εκδόσεις Βέργος.
- Sahtouris Elisabet, *Γαία,* εκδ. Νέα Σύνορα.
- *From Creation to Chaos, Classic Writings in Science,* edited by Bernard Dixon, 1989.

Ευχαριστίες

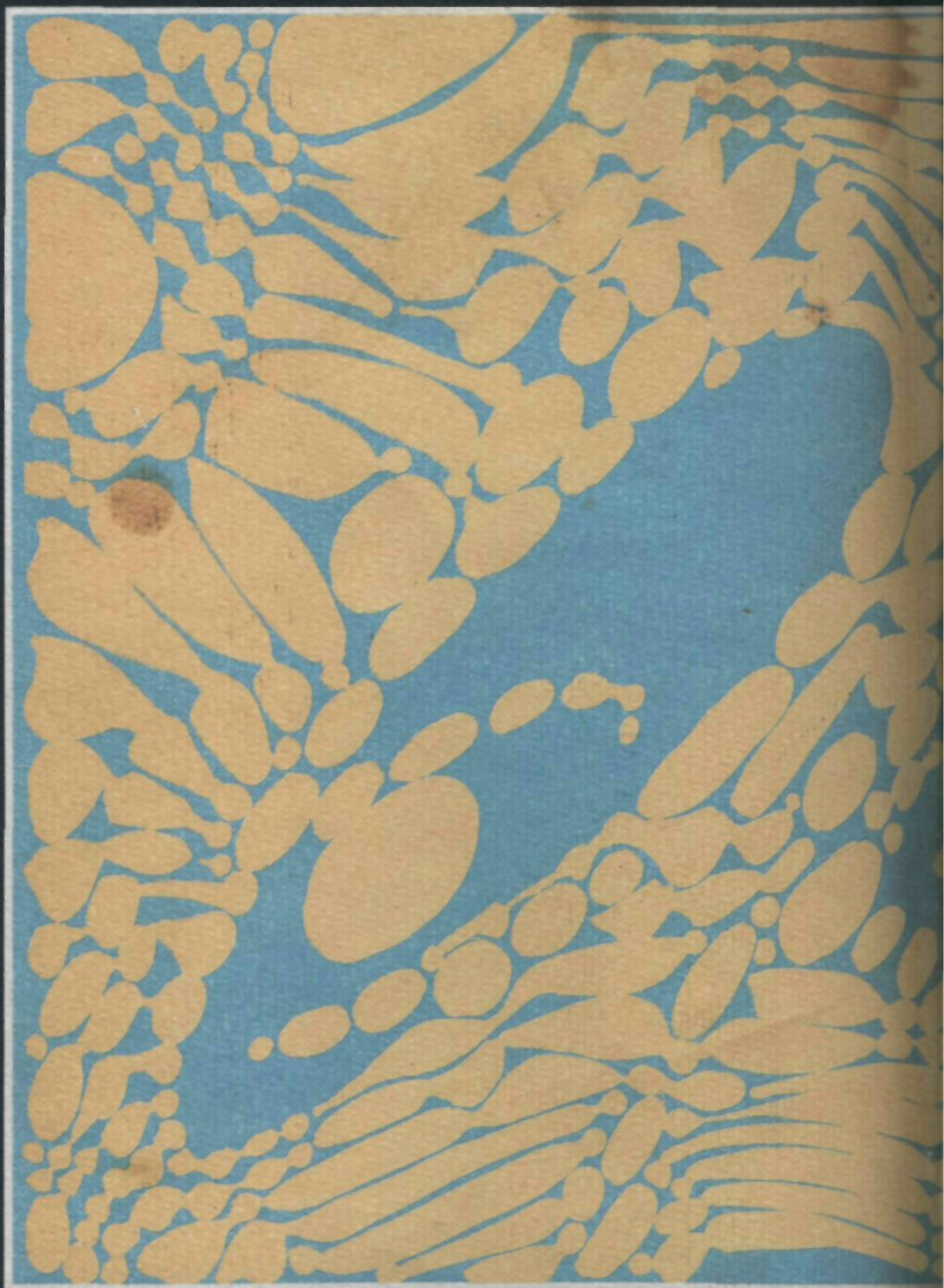
ΣΤΗΝ ΜΙΑ Η ΤΗΝ ΑΛΛΗ ΜΟΡΦΗ ΤΗΣ, ολόκληρη ή κάποια κεφάλαια της, την «Κόμη της Βερενίκης» διάβασαν μερικοί φίλοι με διάφορη Παιδεία ή οπτική των πραγμάτων. Η Μαρίνα Λαμπράκη, ο Στυλιανός Αλεξίου, ο Στέφανος Τραχανάς, η Κατερίνα Κόπακα, ο Λευτέρης Οικονόμου, ο Μήτσος Κασόλας, η Μαίρη Τσούτη και ο Φώτης Καφάτος. Ο συγγραφέας οφείλει πολλά στις παρατηρήσεις και την κριτική τους. Οφείλει επίσης κάτι σοβαρότερο: Δεδομένης της τελειοθηρίας ή απλώς ανασφάλειας ως προς τα γραφόμενά του, ο δικός τους έπαινος —έπαινος των σοφιστών— ενήργησε ως καταλύτης· αλλιώς, η «Κόμη της Βερενίκης» ίσως παρέμενε επί πολύ ακόμη στα συρτάρια.

Την πρώτη φωτοσύνθεση του βιβλίου ανέλαβε ο Εκδοτικός Οίκος «Διήρης» για λογαριασμό των Πανεπιστημιακών Εκδόσεων Κρήτης. Ανέλαβε, τρόπος του λέγειν γιατί ενδιαφέρθηκε για το βιβλίο περισσότερο από τον συγγραφέα του, υπέστη με εγκαρτέρηση τα αλλεπάλληλα κύματα των διορθώσεων και των αλλαγών -που συνοδεύονταν μάλιστα από μακρές απουσίες του συγγραφέα στο εξωτερικό- και έχει κάθε δικαίωμα να υπερηφανεύεται, αυτός και μόνο, για το εκδοτικό αποτέλεσμα. Ο Κώστας Γραμματικάκης, που κατηύθυνε τις εργασίες, απέδειξε αξιοθαύμαστη γνώση των εκδοτικών μυστικών, αλλά και της ελληνικής γλώσσας. Τη φωτοσύνθεση -διατηρώντας η ίδια την αίσθηση του κειμένου- έκανε, με ακρίβεια και ταχύτητα, η Μαρία Σούλα στην πρώτη έκδοση, και η Βούλα Βλάχου στη δέκατη. Ο Μισέλ Ουάσεφ, που είχε την τεχνική επιμέλεια του εξωφύλλου, επιβεβαίωσε την εικόνα ενός σωστού και ταλαντούχου επαγγελματία. Ο Δημήτρης Τζάνης αγάπησε ασφαλώς τη «Βερενίκη» από τη γέννησή της και, όπως γίνεται με κάθε γοητευτική γυναίκα, κυρίως μετά την ωριμότητά της. Την επιμέλεια του κειμένου και των διορθώσεων, μοίρα δύσκολη, είχε η Διονυσία Δασκάλου. Αυτή ήταν η τυπική της ευθύνη· διότι με την ευσυνειδησία που την χαρακτηρίζει απετέλεσε τον φύλακα άγγελο —άγγελο κυριολεκτικά ως μορφή και ως ήθος- της έκδοσης. Στη δέκατη έκδοση, ο Βίκτωρ Αθανασιάδης διάβασε το κείμενο και έκανε πολλές χρήσιμες διορθώσεις.

Το εξώφυλλο, τέλος —ζωγραφική σύνθεση που τιμά το βιβλίο περισσότερο ίσως απ' ό,τι άξιζε— είναι έργο του σπουδαίου γλύπτη και φίλου Μανόλη Τζομπανάκη. Η «Κόμη της Βερενίκης» στάθηκε έτσι τυχερή· διότι, όντας ένα βιβλίο για την επιστήμη, περικλείεται από την ανάσα και την παρηγοριά της Τέχνης.

έρχονται από το Σύμπαν. Στην Κρήτη ασχολήθηκε επίσης με τη χρήση της αιολικής ενέργειας, κατά δε την παραμονή του για ένα ακαδημαϊκό έτος στο Πανεπιστήμιο του Harvard, με την Ιστορία της Επιστήμης. Τον Μάιο του 1990 εκλέγεται Πρύτανης του Πανεπιστημίου Κρήτης, αξίωμα στο οποίο επανεκλέγεται στο τέλος της θητείας του για μία ακόμα τριετία. Είναι τακτικός συνεργάτης στο «ΒΗΜΑ της Κυριακής». Εκτός από την *Κόμη της Βερενίκης*, έχει γράψει και ένα δεύτερο βιβλίο, τα *Κοσμογραφήματα*, από τις εκδόσεις «Πόλις», που περιέχει μία επιλογή κειμένων γύρω από θέματα αστροφυσικής, πολιτισμού και παιδείας.

Πίνακας εξωφύλλου :
Μανόλης Τζομπανάκης
Μακέτα Εξωφύλλου:
Δημήτρης Τζάνης



Το βιβλίο αυτό αφορά σε ένα πείραμα που έγινε πριν από 15 δισεκατομμύρια χρόνια. Ο επιστήμονας που το σχεδίασε δεν είναι πια τριγύρω για να μας εξηγήσει τι ακριβώς έκανε και κυρίως, τι σκοπό εξυπηρετούσε. Ήταν δε τέτοιες οι συνθήκες και η θερμοκρασία του πειράματος, που καθιστούν ανέφικτη την επανάληψή του στα γήινα εργαστήρια. Το πείραμα αυτό ήταν η δημιουργία του ίδιου του Σύμπαντος. Την μεγαλειώδη γένεση και την εξέλιξή του, είναι κατά πρώτο λόγο που επιχειρούν να περιγράψουν οι σελίδες που ακολουθούν.